

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

**HORNICKO-GEOLOGICKÁ FAKULTA**

**Katedra environmentálního inženýrství**

**HODNOCENÍ KVALITY VODY FRÝDECKÉHO POTOKA**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Autor:**

**Bc. Aleš Fajkus**

**Vedoucí diplomové práce:**

**Ing. Petra Malíková Ph.D.**

**Ostrava 2021**

Bc. Aleš Fajkus: Hodnocení kvality vody Frýdeckého potoka

**VSB – TECHNICAL UNIVERSITY OF OSTRAVA**

**FACULTY OF MINING AND GEOLOGY**

**Department of Environmental Engineering**

**EVALUATION OF WATER QUALITY IN FRÝDECKÝ  
POTOK**

**DIPLOMA THESIS**

**Author:**

**Bc. Aleš Fajkus**

**Supervisor:**

**Ing. Petra Malíková Ph.D.**

**Ostrava 2021**

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat své vedoucí práce paní Ing. Petře Malíkové, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady při psaní této diplomové práce. Taktéž chci moc poděkovat své přítelkyni za pomoc při odebírání vody a pomoc v laboratoři. A v neposlední řadě chci poděkovat rodině za podporu a ohleduplnost.

## ANOTACE

Tato diplomová práce byla zaměřena na zhodnocení kvality vody Frýdeckého potoka na základě monitoringu vybraných sledovaných parametrů. Tento 5,9 km dlouhý drobný vodní tok se nachází na území Slezska blízko obce Šenov. Pramení blízko obce Sedliště a vlévá se do vodního toku Venclůvka. Celkem bylo určeno 5 odběrných míst, které byly vybírány podle předpokladu, že na těchto místech může docházet ke znečišťování tohoto vodního toku. Jakost vody byla sledována od listopadu 2019 do října 2020. Získané výsledky byly vyhodnoceny na základě ČSN 75 7221 a NV. Č. 401/2015 Sb. V teoretické části byly popsány informace ohledně vodních toků, jednotlivé poměry ve vybrané krajině a legislativa. V praktické části byla popsána metodika a výsledky sledovaných parametrů. Ve všech sledovaných profilech byl Frýdecký potok klasifikován do V. třídy kvality – což je velmi silně znečištěná voda.

**Klíčové slova:** Frýdecký potok, drobné vodní toky, kvalita vody, povrchová voda

## SUMMARY

This diploma thesis was focused on the evaluation of the water quality of the Frýdecký potok based on the monitoring of selected monitored parameters. This 5.9 km long small watercourse is in the Silesia near the Šenov municipality. It springs near the Sedliště municipality and flows into the Venclůvka watercourse. A total of 5 sampling points were identified, which were selected on the assumption that pollution of this watercourse may occur at these points. The water quality was monitored from November 2019 to October 2020. The obtained results were evaluated based on ČSN 75 7221 and government regulation No. 401/2015 Coll. The theoretical part described information about watercourses, individual conditions in the selected landscape and legislation. The practical part described the methodology and results of the monitored parameters. In all monitored profiles, the Frýdecký potok was classified into the 5th quality class - which is very heavily polluted water.

**Key words:** Frýdecký potok, small watercourses, water quality, surface water

## **OBSAH**

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Voda .....</b>	<b>9</b>
2.1	Dělení vody .....	9
2.1.1	Přírodní vody .....	9
2.1.2	Odpadní vody .....	10
2.1.3	Pitné, minerální, užitkové a provozní vody .....	11
2.2	Koloběh vody .....	12
2.3	Voda z chemického a fyzikálního hlediska.....	13
2.4	Současné problémy v oblasti vod.....	14
2.4.1	Eutrofizace.....	15
2.4.2	Acidifikace .....	18
2.4.3	Salinizace.....	18
<b>3</b>	<b>Jakost povrchových vod.....</b>	<b>19</b>
3.1	Klasifikace jakosti povrchových vod (ČSN 75 7221).....	19
3.1.1	Fyzikální a chemické ukazatele a jejich limitní hodnoty .....	21
3.1.2	Ukazatele organických látek a jejich limitní hodnoty .....	21
3.1.3	Ukazatele kovů a metaloidů a jejich limitní hodnoty .....	22
3.1.4	Mikrobiologické a biologické ukazatele a jejich limitní hodnoty .....	23
3.1.5	Radiologické ukazatele a jejich limitní hodnoty .....	24
3.2	Zákon o vodách .....	25
3.2.1	NV 401/2015 Sb. ....	26
3.2.2	Nitrátová směrnice (NV č. 262/2012 Sb.) .....	27
<b>4</b>	<b>Drobné vodní toky .....</b>	<b>29</b>
4.1	Riziko vysychání drobných vodních toků .....	29

<b>5</b>	<b>Charakteristika sledovaných parametrů .....</b>	<b>31</b>
5.1	pH.....	31
5.2	Konduktivita.....	31
5.3	Teplota vody.....	32
5.4	Celkový fosfor.....	33
5.5	Fosforečnany .....	33
5.6	Dusitany .....	34
5.7	Dusičnany.....	34
5.8	Amoniakální dusík .....	34
5.9	Veškeré, rozpuštěné a nerozpuštěné látky .....	35
5.9.1	Veškeré látky .....	35
5.9.2	Rozpuštěné látky .....	35
5.9.3	Nerozpuštěné látky .....	35
5.10	BSK.....	36
5.11	CHSK <sub>Cr</sub> .....	36
<b>6</b>	<b>Popis zájmového území .....</b>	<b>38</b>
6.1	Geomorfologické poměry .....	38
6.2	Geologické poměry .....	38
6.3	Pedologické poměry.....	39
6.4	Hydrologické poměry.....	40
6.5	Klimatické poměry.....	41
<b>7</b>	<b>Popis odběrových míst .....</b>	<b>43</b>
7.1	Odběrové místo 1 – pramen Frýdeckého potoka .....	43
7.2	Odběrové místo 2 – u mostu .....	44
7.3	Odběrové místo 3 - u pole .....	45

7.4	Odběrové místo 4 - Venclovka .....	45
7.5	Odběrové místo 5 - ústí Frýdeckého potoka do Venclovky.....	46
<b>8</b>	<b>Metodika.....</b>	<b>47</b>
8.1	Práce v terénu .....	47
8.2	Postup práce v laboratořích KEI .....	47
<b>9</b>	<b>Zhodnocení kvality vody Frýdeckého potoka .....</b>	<b>49</b>
9.1	Vyhodnocení kvality vody dle NV 401/2015 Sb. ....	49
9.2	Klasifikace odběrových míst Frýdeckého potoka dle ČSN 75 7221 .....	61
9.2.1	Třída jakosti vody odběrového bodu pramen Frýdeckého potoka .....	61
9.2.2	Třída jakosti vody odběrového bodu u mostu .....	62
9.2.3	Třída jakosti vody odběrového bodu u pole .....	63
9.2.4	Třída jakosti vody odběrového místa ústí Frýdeckého potoka.....	64
9.2.5	Třída jakosti vody odběrového místa Venclovka .....	65
<b>10</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>66</b>
	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>68</b>
	<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>73</b>
	<b>Seznam tabulek.....</b>	<b>73</b>
	<b>Seznam grafů .....</b>	<b>74</b>
	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>75</b>

## 1 ÚVOD

Voda je pro Zemi nesmírně důležitou složkou, neboť bez ní by nebyl život. Voda se nachází v tělech všech organismů, v přírodě ji najdeme ve všech třech skupenstvích. Voda povrchových toků bývá často znehodnocována a znečišťována lidskou činností, kdy může mít negativní dopady nejen na přírodu, ale také na zdraví. Proto je velmi důležité se starat, aby kvalita povrchových vod, byla co nejlepší.

Má diplomová práce se skládá z teoretické a následně z praktické části. V teoretické části byla nejdříve řešena problematika jakostí povrchových vod a všech aspektů, které mohou negativně působit na kvalitu vod v ČR a ve světě. Poté byly podrobně popsány jednotlivé ukazatele, které byly řešeny v praktické části této práce. Tyto ukazatele ukazují kvalitu povrchových toků. Další část byla věnována drobným vodním tokům a pak informacím týkající se přírodních poměrů daného zájmového území. V závěru teoretické části byla popsána jednotlivá odběrová místa včetně všech lokalit. V praktické části je popsán výběr odběrových míst, metodika vzorkování a souhrn technologických postupů sledovaných vybraných parametrů.

Cílem této diplomové práce je zjištění a následné vyhodnocení kvality vody Frýdeckého potoka prováděné od listopadu 2019 do října 2020. Po odebrání vzorků se v laboratoři Katedry environmentálního inženýrství vyhodnocovaly tyto parametry: teplota, pH, konduktivita, dusitany, dusičnany, amoniakální dusík, fosfor celkový, fosforečnany, veškeré látky, nerozpuštěné látky, rozpuštěné látky, BSK<sub>5</sub> a CHSK<sub>Cr</sub>. Po analýzách se zjištěné hodnoty srovnávaly s limity, které jsou dané legislativou. Veškerá naměřená data jsou vyhodnocena pomocí tabulkových a grafických editorů.



## 2 VODA

Voda je jednou z nejdůležitějších aspektů na této planetě. Voda pokrývá až 70 % povrchu Země. Ve vodě vznikl život, tudíž voda je potřeba pro život mnoha druhů organismů. Voda na zemském povrchu plní plno funkcí, které jsou důležité pro život, je domovem mnoha živočichů a taktéž je zdrojem pro lidstvo, které vodu využívá k různým činnostem. Během doby, kdy se zvýšila produkce znečišťujících látek, tak se zhoršila kvalita vody. Voda začala být znečišťována a její zdravotní nezávadnost a následné využití se snížilo. Proto je velmi důležité změnit přístup využívání vody, respektive nakládání s vodou [1].

### 2.1 Dělení vody

Vodu můžeme dělit mnoha způsoby, dle původu, výskytu a použití (můžeme ji dělit podle množství rozpuštěných látek, respektive celkové mineralizace).

**Podle původu se vody dělí na:**

- přírodní,
- odpadní [2].

#### 2.1.1 Přírodní vody

**Podle výskytu se přírodní vody dělí na:**

- atmosférické (srážkové),
- povrchové,
- podzemní,
- zvláštními druhy (přírodní léčivé) [2].

**Srážkové vody** vznikají v atmosféře z vodních par při poklesu teploty na rosný bod. Srážková voda se může vyskytovat v podobě deště, rosy, mlhy, sněhu, ledu, jinovatky a náledí. Srážky můžeme rozdělit na horizontální a vertikální. Množství srážek se dá popsat jako intenzita srážek za hodinu [2] [44].

**Podzemní vody** představují část podpovrchových vod, které vyplňují dutiny hornin. Horniny vytváří podmínky pro proudění vody nebo její akumulaci pod zemským povrchem a taktéž ovlivňují chemické složení podzemních vod. Podzemní vody jsou druhem vodního

zdroje, který je omezen svou kapacitou, ale i tak jsou tyto zdroje vody využívány pro zásobování obyvatelstva, průmysl i zemědělství. Z hlediska jakosti vod rozdělujeme podzemní vody na vhodné pro vodárenské využití a na vody, které nejsou vhodné pro vodárenské využití. Kritéria, podle kterých se podzemní voda řadí do těchto kategorií není přímo stanovena. Když se srovnávají podzemní a povrchové vody, tak podzemní vody mají méně rozkolísané fyzikálně-chemické složení. Jakosti podzemních vod je ovlivněno mnoha aspekty. Jedná se například o vyluhování minerálních a organických složek z půd, vylučování nerozpuštěných sraženin ze složek přítomných ve vodě, adsorpce i desorpce [2][3] [44].

**Povrchové vody** představují z hlediska množství hlavní část využitelných vodních zdrojů v ČR. Množství vody, které obyvatelstvo využívá pro průmysl a zemědělství a pro své potřeby se neustále zvyšuje a představuje ročně cca  $1,6 \times 10^9 \text{ m}^3$ , zatímco pro podzemí vody je to ročně  $4 \times 10^8 \text{ m}^3$ . Využití povrchových vod je limitována jakostí těchto vod. Povrchové vody mají obvykle vyšší proměnlivé fyzikálně-chemické složení. Povrchová voda má také větší zastoupení mikroorganismů [2][3] [44].

**Přírodní léčivé vody** jsou takové vody, které mají vědecky prokázaný pozitivní vliv na lidský organismus [4].

### 2.1.2 Odpadní vody

Odpadní voda je voda použitá mimo vodní zdroj, jejichž vlastnosti byly lidskou činností změněny (řadíme zde i atmosférické srážky odváděné stokovou sítí). Odpadní vody je **zakázáno vypouštět do povrchových vod!**

**Podle původu dělíme odpadní vody na:**

- splašky,
- průmyslové odpadní vody,
- městské odpadní vody,
- odpadní vody ze zemědělství,
- důlní vody,
- balastní vody,
- srážky,
- žluté, šedé, černé vody [5].

**Splaškové odpadní vody** vznikají lidskou činností. Tyto odpadní vody pochází z domácností, obchodů, škol a firem. Splaškové vody se posléze dostávají do kanalizačních systémů (gravitačního, tlakového, kombinovaného) a míří do čistírny odpadních vod [5][6].

**Průmyslové odpadní vody** jsou vody, které vznikají v průmyslových a výrobních podnicích. Charakter a míra znečištění záleží na druhu průmyslu a typu výroby. Průmyslová voda se může čistit přímo v podnicích v podnikových čistírnách odpadních vod nebo se v podnicích předčistí a odvádí se stokovou sítí do městských čistíren odpadních vod [5][6].

**Městské odpadní vody** jsou vody, které vznikají ve městech, je to směs splaškových a průmyslových, popřípadě srážkových vod. Následně tato odpadní voda je kanalizační sítí odváděna na čistírnu odpadních vod [5][6].

**Důlní vody** jsou veškeré vody, které se nacházejí v důlních systémech. Tato voda se musí kvůli bezpečnosti provozu v určitých intervalech čerpat. Tato voda je pak na základně vydaných povolení, vypouštěna do vodotečí v takových limitech, aby nedošlo k ohrožení života a funkcí potoků a řek. Tato voda bývá kvůli bezpečnosti čerpána i z již uzavřených dolů. Tyto vody nemají jen škodlivý faktor, ale také mohou být využívány k léčebným účelům v lázních [47].

**Balastní vody** jsou podzemní vody, které vnikají do kanalizačních sítí vlivem netěsností. Přítomnost těchto vod je v systémech nežádoucí, protože nařezují odpadní vody a snižují kapacitu potrubí [48].

### 2.1.3 Pitné, minerální, užitkové a provozní vody

**Podle využití se vody dělí na:**

- pitné,
- minerální,
- užitkové a provozní [4].

**Pitná voda** patří mezi nejzákladnější potřeby pro život. Organismy potřebují vodu v odpovídajících dávkách pro správné fungování všech procesů. Pitná voda musí mít určitou kvalitu, aby se dala použít pro pití, tzn. z dlouhodobého hlediska musí být

zdravotně nezávadná. Pokud neodpovídá voda zdravotním podmínkám, tak může způsobovat značné zdravotní problémy akutního i chronického rázu. O kvalitu pitné vody se stará vyhláška č. 70/2018 Sb., která mění vyhlášku č. 252/2004 Sb., kde jsou stanovené hygienické požadavky na pitnou vodu [4] [44].

**Minerální voda** může mít blahodárné účinky pro lidský organismus. Tyto vody jsou definovány jako vody, v nichž je překročena limitní koncentrace rozpuštěných tuhých látek a plynů. Klasifikují se dle obsahu rozpuštěných plynů, celkové mineralizace, obsahu kationtů a aniontů, radioaktivity a teploty [4] [44].

**Užitkové a provozní vody** jsou vody, které se využívají ve výrobě, ke koupání a chlazení. Tyto vody musí být zdravotně nezávadné. Nemusí ale splňovat podmínky, které mají vody pitné. Provozní voda je součástí užitkových vod, ale používá se v průmyslu a zemědělství. Nejvíce jsou na ni kladeny v průmyslu textilním, papírenském a v energetice. Musí splňovat tyto kritéria:

- nesmí vytvářet povlaky na výrobcích,
- nesmí být agresivní,
- musí být bezbarvá a bez kalu,
- musí mít nízké koncentrace Ca a Mg i organických látek,
- musí být hygienicky nezávadná [4] [44].

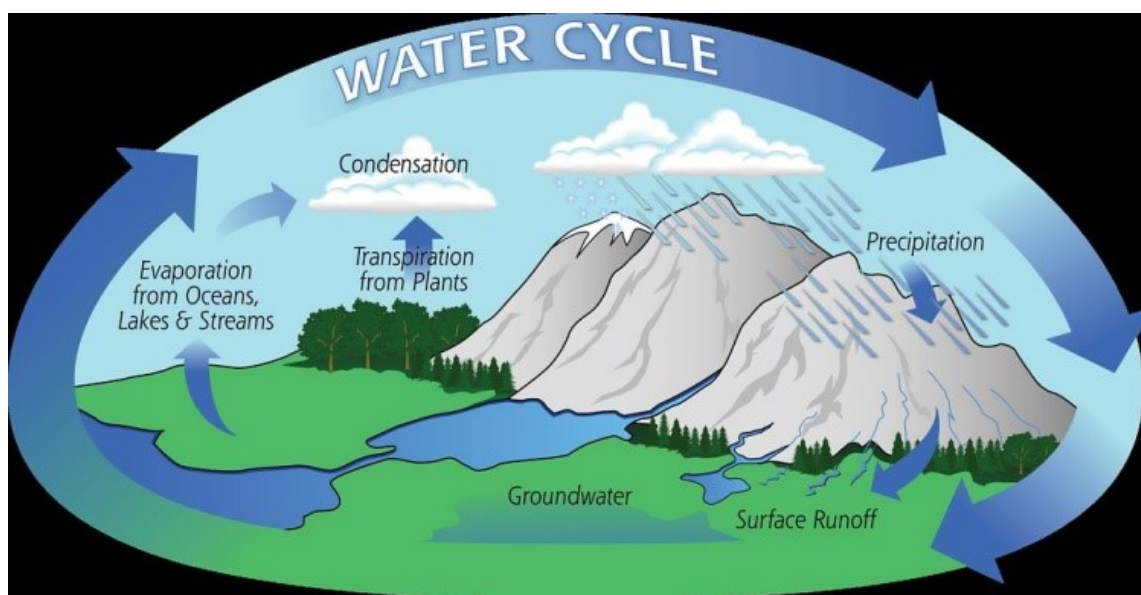
## 2.2 Koloběh vody

Koloběh vody viz obrázek č.1 znamená přítomnost a pohyb vody na Zemi i nad Zemí. Voda se neustále hýbe a mění svoje skupenství. Koloběh vody existuje již miliardy let a veškerý život na Zemi je na něm závislý. Sluneční energie a zemská rotace působí na vodu a zapříčiňuje tento jev. Oběh vody můžeme rozdělit na malý a velký [7].

**Velký koloběh vody** nebo také velký hydrologický cyklus patří mezi nejzákladnější hydrologický jev na této planetě. Mezi pevninou a atmosférou dochází ke složité a mnohokrát se opakující výměně vody, která vede k opětovnému návratu do světových oceánů. Na začátku přechází voda z kapalné fáze na fázi plynnou (evaporace, výpar). Na výpar je potřeba cca 20 % energie slunečního záření. Toto záření poté dopadá na zemský povrch. Vodní pára je pak přenášena vzdušnými proudy nad kontinenty a zde

padá ve formě kapalných a pevných srážek. Potom v důsledku gravitace, povrchový a podpovrchový odtok směřuje zpět do oceánů nebo se stává součástí podzemních vod [7].

**Malý koloběh vody** se označuje jako malý hydrologický cyklus. Vlivem slunečního záření a přeměnou na teplo se voda vypařuje z povrchu Země. Jako srážky pak dopadne zpět na povrch oceánu. Tento koloběh probíhá nad pevninou v určité krajině a bývá ovlivněn typem krajiny. Znalost tohoto cyklu umožňuje využívání zdrojů vody pro různější účely. Pro lesní ekosystém je pro zásobu a využití zdrojů vody důležitá vodní bilance. Malý hydrologický cyklus je uzavřený koloběh, při kterém voda v podobě srážek dopadne na pevninu a podobně funguje i nad mořem. Tento cyklus má na svědomí většinu srážek dopadající na pevninu. Většina vody, která spadne na zemský povrch v důsledku srážek je odvedena dešťovou kanalizací do řek a dále pryč z pevniny. Tím dochází k destrukci malého vodního cyklu. Poté lze sledovat dlouhé období sucha a následující přívalové deště. Tento jev způsobuje erozi půdy, poklesy hladiny spodní vody a poškození vegetace, což vede k destabilizaci klimatu [7].



Obrázek 1: Schéma koloběhu vody (NASA.gov © 2021)

## 2.3 Voda z chemického a fyzikálního hlediska

Voda z chemického hlediska je dvouprvková sloučenina kyslíku a vodíku a značí se chemickým značením  $H_2O$ . Na jednotlivé prvky (vodu a kyslík) se rozpouští jen za vysokých teplot, proto se jedná o jednu z nejstálějších sloučenin. Jelikož se voda skládá z vodíků, tak je schopna tvořit vodíkové můstky. Tyto můstky ovlivňují chemické i

fyzikální vlastnosti vody, a hlavně její polaritu. V přírodě vodu nenajdeme úplně čistou, ale s obsahem rozpuštěných látek. Podle rozpuštěných látek můžeme vodu následně dělit podle slanosti, minerálního složení [2].

Z fyzikálního hlediska je voda bezbarvá, čirá kapalina bez chuti a zápachu. Voda má bod tání  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  a bod varu  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . **Hustota** vody má hodnotu od  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  až do  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Čím větší teplota tím je hustota menší. Tento pokles je nepřímo úměrný k zvětšujícímu se objemu. Největší hustota je při  $3,98\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Tento jev se nazývá anomálie vody, což znamená, že se na povrchu vody vytvoří vrstva ledu, která brání dalšímu promrzání. Dalším důležitým fyzikálním hlediskem vody je **viskozita**, což je veličina, která udává poměr mezi tečným napětím a změnou rychlosti v závislosti na vzdálenosti mezi sousedními vrstvami proudící kapaliny. Viskozita klesá při zvyšování teploty. Povrchové napětí také klesá se vzrůstající teplotou. Povrchové napětí je důležitý kapilární jev, který může být snižován chemickými prostředky [2].

## 2.4 Současné problémy v oblasti vod

Současné problémy v oblasti vod je téma, které souvisí se znečištěním vod, které může být ještě prohlubováno vedle klimatických změn i rostoucí populací a stále se zvyšujícími se nároky na vodu.

Podle zdroje znečištění vody lze toto znečištění rozdělit do tří základních skupin:

- bodové,
- liniové,
- plošné.

**Bodové zdroje** jsou ty, ve kterých lze snadno identifikovat oblast kontaminace, protože pochází z jednoho zdroje. Většinou se jedná o jednotlivé kanalizační výpusti z obytných budov, průmyslových podniků nebo čistíren odpadních vod. Dále se může jednat o průsaky z černých skládek nebo poruch na kanalizační síti nebo netěsnostmi septiků atd. [9] [10] [45].

**Liniové zdroje** jsou zdroje znečištění, které tvoří linii. Může se jednat o ulici, kdy jednotlivé obytné budovy vypouštějí do recipientu své splašky nebo splachy z polí nebo liniových dopravních staveb podél řek. [9] [10] [45].

**Plošné zdroje** jsou nejhůře lokalizovatelné. Jsou to rozptýlené znečištění, které pochází z více zdrojů rozložených na větší plochu nebo velké havárie (ropné havárie v mořích a oceánech) nebo znečištění související se záplavami. Difúzní zdroje znečištění jsou hlavně zemědělská pole, neodkanalizované obce, povrchová eroze půdy atd. Ke znečištění vody přispívají také látky znečišťující ovzduší z průmyslu. Znečištění s plošných zdrojů se dostává do povrchových a podzemních vod pomocí mokré depozice nebo úniků (havárií). Znečištěné vody významně přispívají k poklesu biodiverzity. Většina znečištěných proudů končí v oceánu, kde je hrozbou pro pobřežní oblasti a rybolov. Chemické látky a toxické látky, které se dostávají do vod z plošných zdrojů ovlivňují také člověka buď přímo nebo se hromadí v tělech ryb nebo jiných organismů, které po konzumaci skončí v lidském těle a pak způsobují různá vývojová, hormonální a neurologická onemocnění. Hlavní expanze chemického průmyslu před 40 lety, například způsobila, že některé druhy ryb v evropských jezerech a řekách začali působit jako hermafroditi. V našich podmínkách se většinou odpadní vody odvádí do čistíren odpadních vod. Je třeba poznamenat, že i přes čištění ve vodě zůstává zbytkové znečištění [9] [10] [45].

#### 2.4.1 Eutrofizace

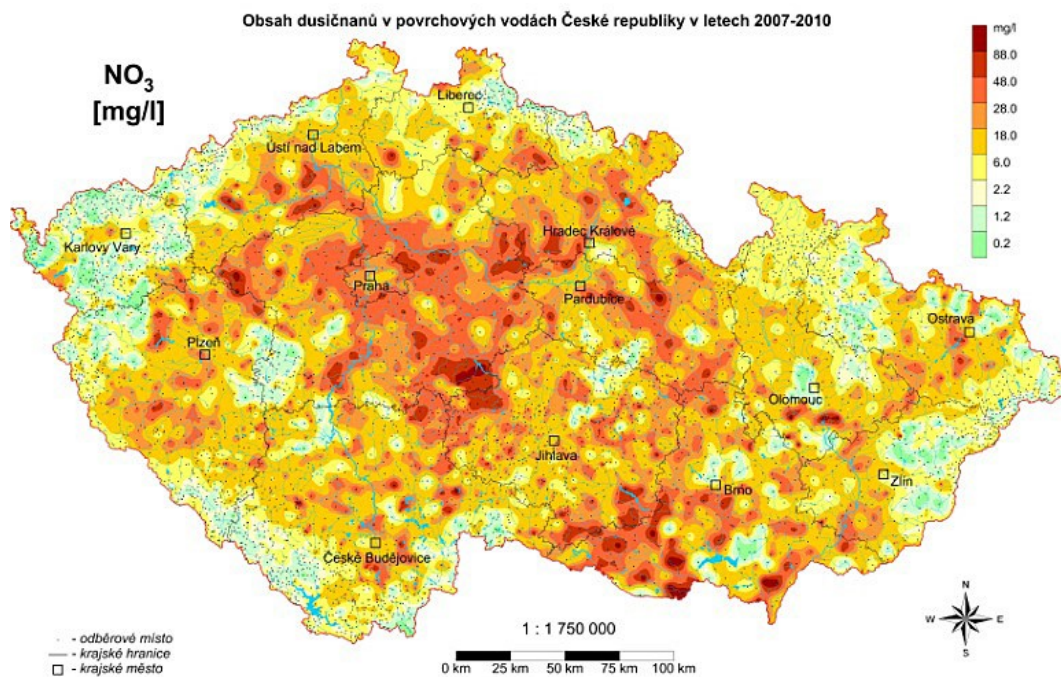
Eutrofizace je problém, který postihuje celý svět. Eutrofizace je nežádoucí zvýšení koncentrace živin (nutrientů) ve vodách. Obohacování vody živinami může být přírodního původu. Přírodní eutrofizace se objevuje po tisíciletí. Nejčastěji, ale obohacování živinami vzniká v důsledku lidské činnosti. Existují tři hlavní zdroje antropogenního vstupu živin do vody (povrchový odtok, eroze, splaškové a průmyslové odpadní vody). Nejběžnějšími živinami způsobující eutrofizaci **jsou dusík (N) a fosfor (P)**. Hlavním zdrojem znečišťujících látek dusíku jsou splachy ze zemědělské půdy, zatímco většina znečištění fosforem pochází z domácností a průmyslu. I když se upouští od používání detergentů na bázi polyfosfátů, stále existují státy, které tyto přípravky používají a exportují [28]. Dalšími zdroji jsou splachy z intenzivně přehnojované zemědělské půdy, složišť kejdy a intenzivního chovu ryb a vodní drůbeže [49,50].

Rostoucí poptávka po hnojivech vychází z potřeby uspokojit nutriční požadavky naší rychle se rozvíjející lidské populace. Do půdy se přidává mnohokrát více dusíku a fosforu, než kolik mohou rostliny, které tam rostou, absorbovat. To vede v oblastech s vysokými

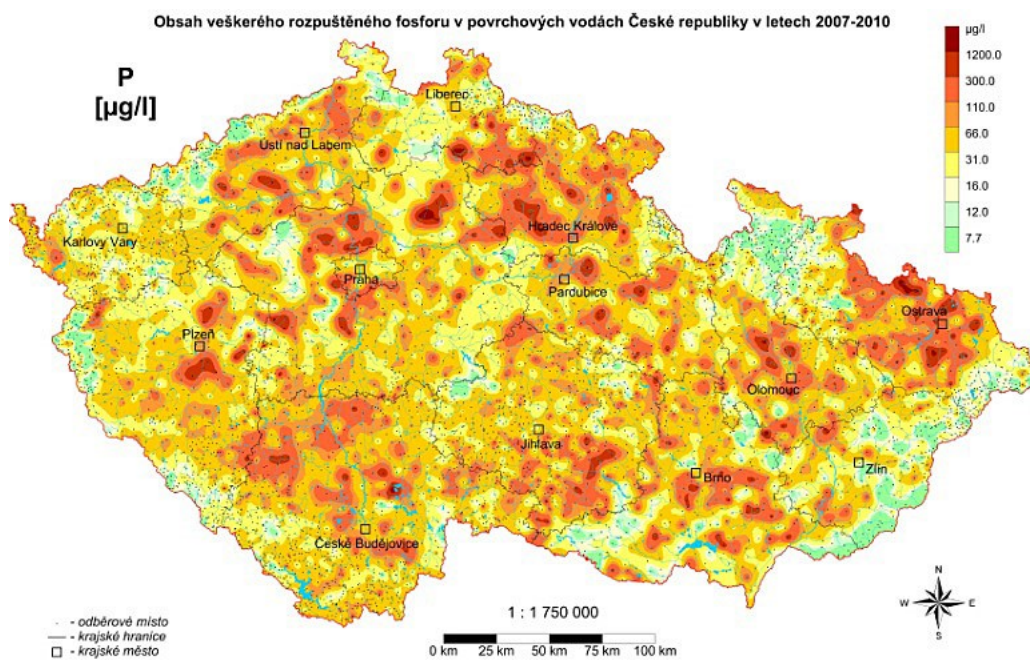
stavy hospodářských zvířat k akumulaci dusíku a fosforu v půdě a ke ztrátám a splachování živin do vod, což může následně vést ke zvýšenému růstu řas a vzniku mrtvých zón. Navíc samotné používání syntetických hnojiv oproti statkovým hnojivům vede k menšímu zadržení vody v půdě a s tím související vyluhování živin z půdy, které jsou splachovány do vod. [10][12].

**Hlavním důsledek eutrofizace** je tvorba hustých květů škodlivého a páchnoucího fytoplanktonu, který snižuje čírost vody a zhoršuje její kvalitu. Květy řas omezují pronikání světla a snižují růst a způsobují odumírání rostlin v litorálních zónách a zároveň snižují úspěch predátorů, kteří potřebují světlo k pronásledování a lovu kořisti. Rychlost fotosyntézy spojená s eutrofizací vyčerpává rozpuštěný anorganický uhlík a během dne zvyšuje pH do extrémních hodnot. Zvýšení pH může zaslepit organismy, které se spoléhají na vnímání rozpuštěných chemických podnětů pro své přežití tím, že zhorší jejich chemosenzorické schopnosti. Když fytoplankton odumírá, mikrobiální rozklad vážně vyčerpává rozpuštěný kyslík a vytváří hypoxickou nebo anoxickou (mrtvou zónu) bez dostatečného množství kyslíku na podporu většiny organismů. Zhoršuje také podmínky pro pitné vody a způsobuje nepoužitelnost vody k rekreaci a koupání. Může dále způsobit lidem zdravotní problémy. **Pro řešení eutrofizace** se používají preventivní zásahy, které se snaží zastavit vzniku eutrofizace. Pokud nepomohou preventivní zásahy proti eutrofizaci, tak se musí použít léčebné postupy [13] [14]. Na následujících obrázcích (obrázek č. 2 a obrázek č. 3) jsou zobrazeny obsahy dusičnanů a rozpuštěného fosforu v povrchových vodách ČR, které se měřily v rozmezí let 2007 až 2010.





Obrázek 2: Mapa ČR obsahu dusičnanů v povrchových vodách (Klimatická změna © 2021)



Obrázek 3: Mapa ČR obsahu rozpuštěného fosforu v povrchových vodách (Klimatická změna © 2021)

### 2.4.2 Acidifikace

Acidifikace je dalším velkým problémem, který ovlivňuje jakost povrchových vod. Tento problém pochází z emisí plynů obsahující oxidy síry a dusíku a vedou ke vzniku kyselých dešťů a následnému okyselení vod a půd v oblasti, kde není dostatek bazického podloží a míst s nízkou vyrovnávací kapacitou nebo tam kde převládají monokultury jehličnanů. Obohacování atmosféry o oxidy síry a dusíku vzniká hlavně v důsledku spalování fosilních paliv, výfukových emisí a ze zemědělství a průmyslu. Změny pH mohou způsobit extrémní změny v biocenózách, protože ryby a mnoho dalších organismů nemohou přežít nebo se rozmnožovat v kyselém prostředí. Biota je také ovlivněna nepřímými důsledky okyselení vod a půd, například zvýšené uvolňování toxických iontů kovů (hliník, měď, kadmium, zinek a olovo) ze sedimentů [12] [15].

**Zotavení** nebo také „**recovery**“ **povrchových vod** způsobené acidifikací začíná tím, že se musí snížit koncentrace acidifikujících složek v atmosféře jako jsou hlavně siřičitany a dusičnany a tím pádem i zvýšit pH dešťových srážek. Ke zvýšení alkality a pH se musí snížit koncentrace nejen  $\text{SO}_4^{2-}$  a  $\text{NO}_3^-$ , ale také vyplavených bazických iontů jako jsou vápenaté, hořečnaté, sodíkové a draselné ionty, a popřípadě i ionty kovů hlavně hliníkových  $\text{Al}^{3+}$  vyskytující se v potocích a jezerech. Konečnou fází je biologické zotavení, což značí návrat původních druhů organismů ať už fytoplanktonu, zooplanktonu či zoobentosu a ryb. Ale do této fáze se obecně většina případů ani nedostane [15].

### 2.4.3 Salinizace

Salinizace je proces, který vede k silným změnám v biocenózách, protože sladkovodní organismy mají obvykle jen malou toleranci ke zvýšeným koncentracím solí. Příčinou salinizace jsou změny hydrologického režimu, které mohou být způsobeny zvýšeným odpařováním nebo vypouštěním salinních vod z těžby a zemědělství. Jezera jsou schopna kompenzovat část znečištění biologickým samočisticími a pufracími mechanismy nebo chemickými či fyzikálními reakcemi. Existuje řada řešení, které se používají pro zmírnění problému zasolování vod (změna hospodaření v zemědělství a lesích) [12].

### 3 JAKOST POVRCHOVÝCH VOD

Člověk každý den využívá vodu k různým činnostem a je velmi důležité, aby voda měla co nejlepší kvalitu. Voda, která je znečištěná, anebo nemá požadovanou kvalitu pro danou činnost, nám může způsobit značné zdravotní problémy. Kvalita vody není stálá a během roku se mění. Mezi nejčastější faktory ovlivňující kvalitu vody patří: teplota vody, intenzita samočisticích procesů, produkce znečištění ze zdroje, nesprávná manipulace na vodních dílech. Kvalitu povrchových vod zjišťujeme pomocí odebrání vzorků, které se následně vyhodnocují podle legislativy a poté jsou zveřejňovány na stránkách ČHMÚ [16][17].

#### 3.1 Klasifikace jakosti povrchových vod (ČSN 75 7221)

Kvalita vody se začala klasifikovat a vyhodnocovat od 60. let 20. století. Klasifikace slouží k výpočtu charakteristických hodnot a následné porovnání se soustavou mezních hodnot tříd kvality vody a v konečném bodě, zařazení do jedné z pěti tříd kvality vody podle znečištění. V legislativě se touto problematikou zabývala nejprve norma ČSN 83 0602 z 23.6 1965. Tato norma neobsahovala všechny ukazatele znečištění vod, ale pouze 25 zvolených ukazatelů. Do těchto ukazatelů patřila například: ukazatel kyslíkového režimu, ukazatel mikrobiálního znečištění. Voda byla častěji klasifikována a posléze se seznam ukazatelů rozšířil o další znečišťující látky, které se dostávají do vodních zdrojů [18]. V nejnovější aktualizaci normy ČSN 75 7221 z října 1998 je zapsáno 65 ukazatelů v šesti skupinách:

- fyzikální ukazatele,
- chemické ukazatele,
- organické látky,
- kovy a metaloidy,
- mikrobiologické a biologické ukazatele,
- radioaktivní ukazatele [18].

Tekoucí vody se klasifikují do pěti tříd kvality vody:

1. **Neznečištěná voda** – vodní tok, nebyl ovlivněn významně lidskou činností a hodnoty ukazatelů jakosti vody nepřesahují hodnoty.
2. **Mírně znečištěná voda** – vodní tok, byl ovlivněn lidskou činností. Hodnoty ukazatelů jakosti vody dosahují hodnot, které umožňují existenci bohatého vyváženého a udržitelného ekosystému.
3. **Znečištěná voda** – vodní tok byl ovlivněn lidskou činností. Hodnoty ukazatelů jakosti vod, nemusí vytvořit podmínky pro existenci bohatého a vyváženého ekosystému.
4. **Silně znečištěná voda** – vodní tok byl ovlivněn lidskou činností. Hodnoty ukazatelů jakosti vod, dosahují hodnot, které vytváří podmínky, umožňující existenci pouze nevyváženého ekosystému.
5. **Velmi silně znečištěná voda** – vodní tok, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že dosahují hodnot, které vytváření podmínky pro existenci pouze silně nevyváženého ekosystému [18].

Třídy kvality vody dále určují, jak se dá vybraná voda podle třídy používat. Každá třída má jiné hodnoty znečištění, proto je velmi důležitá znalost těchto tříd, aby bylo jasné, jak kterou vodu využívat (viz tabulka č. 1). Každá třída kvality vody má své limity pro jednotlivé ukazatele kvality vod. Všechny tyto limity jsou zaznamenány v normě ČSN 75 7221 [18].

**Tabulka 1:** Využitelnost vody podle jednotlivých tříd (ČSN 75 7221 Kvalita vod – Klasifikace kvality povrchových vod)

<b>Třída</b>	<b>Vhodnost využití vod</b>
I. třída	vodárenské účely, potravinářský a jiný průmysl, koupaliště, chov lososovitých ryb
II. třída	vodárenské účely, vodní sporty, zásobování průmyslu, chov ryb
III. třída	pro zásobování průmyslu, pro ostatní využití se používá jen tehdy, když není jiný zdroj
IV. třída	vhodná jen pro omezeně
V. třída	nevhodná pro žádný účel

### 3.1.1 Fyzikální a chemické ukazatele a jejich limitní hodnoty

Mezi nejzákladnější fyzikální a chemické ukazatele a jejich limitní hodnoty pro jednotlivé třídy kvality vod zobrazuje tabulka č. 2 (níže). Některé z těchto ukazatelů bude rozebíráno v pozdější kapitole 5.

**Tabulka 2:** Fyzikální a chemické ukazatele s limitními hodnotami jednotlivých tříd (ČSN 75 7221 Kvalita vod – Klasifikace kvality povrchových vod)

Ukazatel	Jednotka	Třída				
		I	II	III	IV	V
Obecné, fyzikální a chemické ukazatele						
elektrolytická konduktivita	mS/m	< 40	< 70	< 110	< 160	≥ 160
rozpuštěné látky sušené	mg/l	< 300	< 500	< 800	< 1 200	≥ 1 200
nerozpuštěné látky sušené	mg/l	< 20	< 40	< 60	< 100	≥ 100
rozpuštěný kyslík	mg/l	> 7,5	> 6,5	> 5	> 3	≥ 3
BSK pětidenní	mg/l	< 2	< 4	< 8	< 15	≥ 15
CHSK manganistanem	mg/l	< 6	< 9	< 14	< 20	≥ 20
CHSK dichromanem	mg/l	< 15	< 25	< 45	< 60	≥ 60
celkový organický uhlík	mg/l	< 7	< 10	< 16	< 20	≥ 20
adsorbovatelné organické halogeny (AOX)	µg/l	< 10	< 20	< 30	< 40	≥ 40
amoniakální dusík	mg/l	< 0,3	< 0,7	< 2	< 4	≥ 4
dusičnanový dusík	mg/l	< 3	< 6	< 10	< 13	≥ 13
celkový fosfor	mg/l	< 0,05	< 0,15	< 0,4	< 1	≥ 1
chloridy	mg/l	< 100	< 200	< 300	< 450	≥ 450
sírany	mg/l	< 80	< 150	< 250	< 400	≥ 400
vápník	mg/l	< 150	< 200	< 300	< 400	≥ 400
hořčík	mg/l	< 50	< 100	< 200	< 300	≥ 300

### 3.1.2 Ukazatele organických látek a jejich limitní hodnoty

Mezi nejznámější skupinu organických látek, které mohou působit negativně na vodní prostředí, jsou **chlorované uhlovodíky**. Jsou to deriváty uhlovodíků, ve kterých jsou atomy vodíku nahrazeny atomem chloru. Nejčastěji se některé organické látky z této skupiny používaly jako průmyslová rozpouštědla a odmašťovadla. V dnešní době jsou postupně nahrazovány ekologičtějšími přípravky. Jsou těkavé, tudíž ve vodním prostředí nezůstávají příliš dlouho. Dichlorbenzeny se používali v chemickém průmyslu. **Estery**

**kyseliny ftalové (ftaláty)** se používají jako změkčovadla při výrobě plastických hmot. Jelikož nejsou vázány, tak se mohou z finálních produktů uvolňovat do prostředí. **Pesticidy** jsou velmi známou skupinou organických látek. Jsou to přípravky, které se používají pro tlumení růstu a hubení rostlinných i živočišných škůdců. Taktéž slouží k ochraně rostlin a skladovaných zásob. Podle biologické účinnosti se pesticidy třídí na herbicidy, insekticidy, fungicidy a rodenticidy. Jsou to slabě polární až nepolární organické látky. Jednotlivé pesticidy se mohou vlivem srážek dostávat do povrchových vod. Ve vodním díle pak působí toxicky na vodní organismy. V tabulce č. 3 jsou zaznamenány všechny ukazatele organických látek a jejich limitní hodnoty pro jednotlivé třídy kvality vod [2][18].

**Tabulka 3:** Ukazatele organických látek s limitními hodnotami podle tříd kvality vody (ČSN 75 7221 Kvalita vod – Klasifikace kvality povrchových vod)

Ukazatel	Jednotka	Třída				
		I	II	III	IV	V
Specifické organické látky						
1,1,2,2-tetrachlorethen (perchlorethylen)	µg/l	< 0,2	< 1	< 3	< 10	≥ 10
1,1,2-trichlorethen (trichlorethylen)	µg/l	< 0,2	< 1	< 2	< 3	≥ 3
1,2-dichlorethan	µg/l	< 0,2	< 1	< 3	< 10	≥ 10
dichlorbenzeny <sup>1)</sup>	µg/l	< 0,2	< 1	< 2	< 3	≥ 3
chlorbenzen	µg/l	< 0,2	< 1	< 3	< 10	≥ 10
trichlormethan (chloroform)	µg/l	< 0,2	< 1	< 2	< 3	≥ 3
tetrachlormethan	µg/l	< 0,2	< 1	< 2	< 3	≥ 3
g-hexachlorcyklohexan (lindan)	ng/l	< 3	< 20	< 50	< 100	≥ 100
polychlorované bifenyly (PCB) <sup>2)</sup>	ng/l	< 5	< 10	< 20	< 30	≥ 30
polycyklické aromatické uhlovodíky <sup>3)</sup> (PAU)	ng/l	< 10	< 100	< 500	< 3 000	≥ 3 000 0

### 3.1.3 Ukazatele kovů a metaloidů a jejich limitní hodnoty

Kovy a polokovy se vyskytují ve vodách jak přírodního, tak antropogenního původu. Přirozený obsah kovů ve vodách je ovlivněn vyplavováním z hornin a půd v závislosti na geologickém podloží. **Nejznámější antropogenními zdroji** jsou těžba, metalurgický a hutní průmysl. Většina kovů má velkou afinitu pro vazbu s aminokyselinami a



SH-skupinami bílkovin. Kovy se ve vodách vyskytují v rozpuštěné a nerozpuštěné formě. Z chemického hlediska mohou být kovy ve vodách přítomny jako jednoduché kationty a anionty. Rozpuštěné formy kovů se dostávají do vodních organismů snáze než nerozpuštěné. Toxicita kovů je závislá na obsahu vápníku, hořčíky. Největší bioakumulační schopnost má kadmium, rtuť, selen a olovo. **Nejznámější karcinogenní kov** je chrom, nikl a arsen. V tabulce č. 4 jsou zaznamenány nejznámější kovů, které mohou negativně působit na vodní prostředí [2][18].

**Tabulka 4:** Ukazatelé kovů a polokovů s limity tříd kvality vody (ČSN 75 7221 Kvalita vod – Klasifikace kvality povrchových vod)

Ukazatel	Jednotka	Třída				
		I	II	III	IV	V
Kovy a metaloidy						
chrom	µg/l	< 5	< 20	< 50	< 100	≥ 100
mangan	mg/l	< 0,1	< 0,3	< 0,5	< 0,8	≥ 0,8
železo	mg/l	< 0,5	< 1	< 2	< 3	≥ 3
nikl	µg/l	< 5	< 20	< 50	< 100	≥ 100
měď	µg/l	< 5	< 20	< 50	< 100	≥ 100
zinek	µg/l	< 15	< 50	< 100	< 200	≥ 200
kadmium	µg/l	< 0,1	< 0,5	< 1	< 2	≥ 2
rtuť	µg/l	< 0,05	< 0,1	< 0,5	< 1	≥ 1
olovo	µg/l	< 3	< 8	< 15	< 30	≥ 30
arzen	µg/l	< 1	< 10	< 20	< 50	≥ 50

### 3.1.4 Mikrobiologické a biologické ukazatele a jejich limitní hodnoty

Mezi **mikrobiologické ukazatele** patří termotolerantní (fekální) koliformní bakterie a intencinální enterokoky. Tyto ukazatele jsou indikátory fekálního znečištění ve vodách. Přirozeně se nacházejí ve střevním traktu člověka a teplokrevných zvířat. Ve výskytu hygienicky významných mikroorganismů ve vodním prostředí jsou běžně velké výkyvy (silné deště). **Termotolerantní koliformní bakterie** jsou nahrazovány stanovením druhu *Escherichia coli*, která je podskupinou těchto bakterií. Ve vodách tvoří průměrně 60 % z jejich počtu [2][18].

Mezi biologické ukazatele patří **saprobní index makrozoobentosu**, jenž vyjadřuje vztah bezobratlých živočichů nacházející se v dnových sedimentech k ukazatelům

organického znečištění v průběhu rozkladných procesů. Metoda je založena na hodnocení saprobity podle autekologických nároků organismů vyjádřených jejich individuálními saprobními indexy. Dalším ukazatelem je **chlorofyl**, který je základní fotosyntetický pigment přítomný ve všech zelených rostlinách. Obsah chlorofylu poukazuje na trofii ve vodách. Chlorofyl indikuje množství řas (fytoplaktonu) ve vodách. Taktéž slouží jako ukazatel fotosyntetické aktivity řas a sinic ve vodách. Velké biomasy řas a sinic ovlivňují koncentraci a denní změny rozpuštěného kyslíku ve vodním díle. Jednotlivé biologické ukazatele jsou zaznamenány v tabulce č. 5 a jsou zde taktéž jejich limitní hodnoty v jednotlivých třídách kvality vod [2][18].

**Tabulka 5:** Mikrobiologické a biologické ukazatele s limity tříd kvality vod (ČSN 75 7221 Kvalita vod – Klasifikace kvality povrchových vod)

Ukazatel	Jednotka	Třída				
		I	II	III	IV	V
Mikrobiologické a biologické ukazatele						
termotolerantní koliformní bakterie	KTJ/ml	< 40	< 100	< 500	< 1 000	≥ 1 000
enterokoky	KTJ/ml	< 6	< 13	< 25	< 46	≥ 46
saprobní index makrozoobentosu	číslo	< 1,5	< 2,2	< 3,0	< 3,5	≥ 3,5
chlorofyl	µg/l	< 10	< 25	< 50	< 100	≥ 100

### 3.1.5 Radiologické ukazatele a jejich limitní hodnoty

Radiologické neboli radioaktivní látky můžeme rozdělit na přírodní a umělé. **Radioaktivní látky** se vyjadřují v jednotce Bq/l, což je množství radioaktivní látky, ve které dochází k přeměně za sekundu. Objemová aktivita se dělí na alfa a beta. Radionuklidy, které vyzařují **záření alfa** jsou uran, radium 226, thorium 228 a plynný radon 222. Radionuklidy, které vyzařují **záření beta** jsou radium 228, olovo 210, draslík 40. Uran má radiační účinky, ale jeho toxické účinky jsou ještě závažnější. Mezi umělé radionuklidy patří tritium, stroncium 90, cesium 137. Tyto radionuklidy se stanovují pod výpustěmi odpadních vod z jaderných elektráren. V tabulce č. 6 jsou zaznamenána všechny radioaktivní ukazatele a jejich limitní hodnoty pro jednotlivé třídy kvality vod [2][18].



**Tabulka 6:** Radiologické ukazatele s limitami tříd kvality vod (ČSN 75 7221 Kvalita vod – Klasifikace kvality povrchových vod)

Ukazatel	Jednotka	Třída				
		I	II	III	IV	V
Radiologické ukazatele						
celková objemová aktivita alfa	mBq/l	< 200	< 300	< 500	< 1 000	≥ 1 000
celková objemová aktivita beta	mBq/l	< 500	< 1 000	< 1 500	< 2 000	≥ 2 000
celková objemová aktivita beta po korekci na 40 K	mBq/l	< 200	< 300	< 500	< 1 000	≥ 1 000
uran	µg/l	< 10	< 50	< 100	< 200	≥ 200
radium 226	mBq/l	< 20	< 100	< 300	< 400	≥ 400
tritium	Bq/l	< 10	< 300	< 700	< 5 000	≥ 5 000

### 3.2 Zákon o vodách

Legislativu ochranu vod v České republice zprostředkovává **zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů**. Hlavním bodem tohoto zákona je ochrana povrchových a podzemních vod a stanovit podmínky pro hospodářské využívání vodních zdrojů. Dalším bodem je zachovat a zlepšit jakosti povrchových a podzemních vod, snižovat nepříznivé vlivy povodní a sucha a zajistit bezpečnost vodních děl. Zákon upravuje právní vztahy k povrchovým a podzemním vodám, používání právnických osob k využívání zdrojů povrchových a podzemních vod. Důležitým aspektem toho zákona, je udržitelnost užívání povrchových a podzemních vod. Vodní zákon taktéž v § 23a udává jednotlivé cíle ochrany vod jako složky životního prostředí, kterými jsou pro:

- **Povrchové vody** – Odvrátit zhoršení stavu povrchových vod, včetně vodních útvarů povodí ležící mimo Českou republiku. Zlepšit stav a obnovit útvary povrchových vod a dosažení zlepšení stavu. Zajistit zlepšení kvality všech umělých a ovlivněných vodních útvarů a zajistit jejich dobrý chemický stav. Zastavit znečišťování látkami a odstraňovat emise.
- **Podzemní vody** – Omezení vstupu nebezpečných látek do podzemních vod a zajistit, aby se nezhoršovala kvalita těchto vod. Zajistit zlepšení stavu vodních útvarů podzemních vod a zajistit rovnováhu mezi odebíráním podzemní vody a jejím doplňováním. Zamezit vzniku větších koncentrací nebezpečných látek, které mohou mít nepříznivý vliv na lidské zdraví [19].

### 3.2.1 NV 401/2015 Sb.

Jedná se o nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech s účinností od 1. ledna 2016. Stanovuje citlivé oblasti v České republice. A hlavně **toto nařízení vlády obsahuje** ukazatele vyjadřující stav povrchových vod, hodnoty přípustného znečištění povrchových vod, hodnoty přípustného znečištění odpadních vod, hodnoty přípustného znečištění odpadních vod pro citlivé oblasti, ukazatele a hodnoty přípustného znečištění pro zdroje povrchových vod, hodnoty a ukazatele přípustného znečištění povrchových vod, které přispívají reprodukci a životu druhů ryb, hodnoty přípustného znečištění vod, které slouží ke koupání, podmínky k vypouštění odpadních vod do vod povrchových, seznam nebezpečných látek a také dostupné technologie k neškodování městských odpadních vod viz tabulka č. 7 [20].

**Tabulka 7:** Ukazatele obsažené v NV 401/2015 Sb. (NV 401/2015 Sb.)

Ukazatel	Značka	Jednotka	Roční průměr přípustného znečištění
Reakce vody	pH		5-9
Chemická spotřeba kyslíku	CHSK <sub>cr</sub>	mg/l	26
Celkový fosfor	P <sub>cel</sub>	mg/l	0,15 <sup>1)</sup>
Dusičnanový dusík	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	5,4 <sup>1)</sup>
Dusitanový dusík	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	-
Amoniakální dusík	N-NO <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	0,23 <sup>1)</sup>
Rozpuštěné látky	RL <sub>105</sub>	mg/l	750
Nerozpuštěné látky	NL <sub>105</sub>	mg/l	20
Chloridy	Cl	mg/l	120
Sírany	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	200
Hořčík	Mg	mg/l	120
Vápník	Ca	mg/l	190
Mangan	Mn	mg/l	0,24 <sup>3), A)</sup>
Železo	Fe	mg/l	0,52 <sup>4), A)</sup>

### 3.2.2 Nitrátová směrnice (NV č.262/2012 Sb.)

Nitrátová směrnice předpis Evropské unie (91/676/EHS), se zabývá znečišťováním dusičnany ze zemědělství. V naší legislativě je **tato směrnice v § 33** Vodního zákona (Zákon č. 254/2001Sb.). Vláda stanoví zranitelné oblasti, ve kterých upraví skládkování hnoji, střídání plodin a provádějí protierozní opatření. Podle tohoto paragrafu jsou zranitelné oblasti:

- a) povrchové a podzemní vody, které se využívají jako zdroj pitné vody.  
V těchto vodách **přesahuje hodnota dusičnanů 50 mg/l**.
- b) povrchové vody a podzemní vody, které kvůli zvýšeným koncentracím dusičnanů, mají zhoršenou kvalitu vody [21].

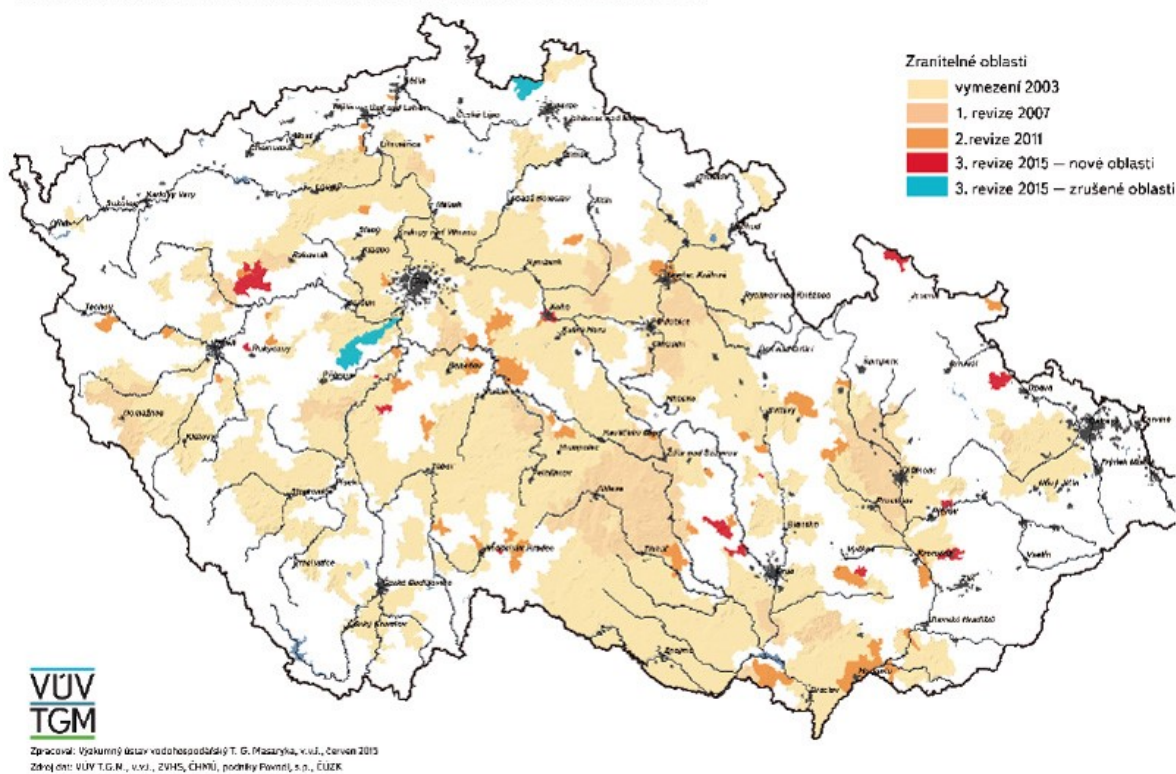
Pro splnění cílů a požadavků této směrnice bylo nutné provést pět zásadních kroků:

- 1. Stanovit znečištěné a ohrožené vody (vytvoření monitoringu)
- 2. Vymezit zranitelné oblasti
- 3. Stanovit zásady správné zemědělské praxe zaměřené na ochranu vod
- 4. Realizovat akční program, kontrolovat a vynucovat dodržování opatření
- c) Pro zranitelné oblasti se tak stávají příslušná opatření obsažená v zásadách akčního programu [21].

**Zranitelné oblasti** definuje Nitrátová směrnice. Jsou to oblasti, které nepříznivě ovlivňuje zemědělství svou činností především zvyšováním koncentrací dusičnanů v povrchových a podzemních vodách, kdy základ pro vymezení zranitelných oblastí vychází z těchto vyhodnocování. Taktéž bylo ověřováno, zda znečišťování pochází ze zemědělské činnosti. Prvně byly vymezené zranitelné oblasti pomocí přirozených hranic povodí a hydrogeologických struktur, postupem času pro lepší administrovatelnost Akčních programů na katastrálních územích. Do registru chráněných území podle Rámcové směrnice jsou v současné době zařazeny zranitelné oblasti podle nařízení vlády 103/2003 Sb. v rozsahu vyjmenovaných katastrálních území. Technickým podkladem je geografická vrstva katastrálních území předaná pro potřeby vymezení Českým úřadem zeměměřických a katastrálních v roce 2002. V oblasti povodí Odry jsou vymezeny zranitelné oblasti v rozsahu 1296 km<sup>2</sup>. Je to celkově 20 % z celé rozlohy povodí. V území povodí Odry leží 150 katastrálních území zaražených mezi zranitelné oblasti. Největším řešeným problémem nitrátové směrnice je metodika při revizích zranitelných oblastí pro hodnocení

eutrofizace. Hodnocení je založeno na vyhodnocení koncentrace dusičnanů. U profilů, které jsou posouzeny jako špatné dochází k dalšímu kroku, a to ke zjištění míry působení zemědělství na zvýšení dusičnanů v daném profilu. Podle toho se provádí označení zranitelných oblastí z hlediska eutrofizace. Podle nitrátové směrnice se musí po 4 letech přezkoumávat vymezení zranitelných oblastí. V České republice proběhli už 3 revize (2007, 2012, 2016, 2020). Při návrhu revidovaného vymezení se musí vycházet z předpokladu, že pokud mají být účinná a tím zajistit ochranu vod, tak je nutné zaměřit pozornost na problémové oblasti a aplikovat zde nejúčinnější opatření, která zlepší stav [22] [23].

Revidované vymezení zranitelných oblastí podle nařízení vlády č. 262/2012 Sb.



**Obrázek 4:** Mapa zranitelných oblastí podle nařízení vlády č. 262/2012 Sb. (VUV TGM © 2009-2021)

## 4 DROBNÉ VODNÍ TOKY

Na území České republiky jsou vodní toky předmětem správy podle vodního zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, které se dělí na **významné a drobné** vodní toky. Uvádí se, že drobné vodní toky jsou na našem území až 83 tisíc km dlouhé. **Správu těchto toků** provádí jednak státní podniky Povodí, které zahrnují správu jak pro významné, tak i pro drobné toky a jednak státní podnik Lesy ČR pověřený jen drobnými vodními toky. Pokud se jedná o území vojenských prostorů (újezdů) správu drobných toků řeší **Ministerstvo obrany**, pokud jde o území národních parků jsou drobné toky řešeny v rámci Správy národních parků. Dalšími správci jsou obce, osoby fyzické a právnické nebo jiné organizační složky státu. Tyto státní podniky jsou určeny na základě Ministerstva zemědělství. Státních podniků Povodí na území České republiky se nachází 5 a jedná se o povodí **Vltavy, Labe, Ohře, Moravy a Odry** [24].

Ve vodním zákoně se v § 48 týkající se správců vodních toků dále v odst. 6 uvádí: *„Správce povodí vykonává dohled nad správou drobných vodních toků. Pokud správce drobného vodního toku neplní povinnosti podle tohoto zákona, může Ministerstvo zemědělství na návrh správce povodí zrušit určení správcem drobného vodního toku.“* V další části, tj. § 49 o oprávnění při správě vodních toků je v 2. odstavci části c) uvedeno, že: *„Správci vodních toků mohou při výkonu správy vodního toku, pokud je to nezbytně nutné a po předchozím projednání s vlastníky pozemků užívat pozemků sousedících s korytem vodního toku, a to u drobných vodních toků nejvýše v šířce do 6 m od břehové čáry.“* Co se týče **povodňových orgánů obcí**, jsou pověřené ve svých územních obvodech zabezpečením před povodněmi, které jsou v tomto zákonu uvedeny v § 78, v odst. 3, které v souvislosti s drobnými toky doplňuje část b), kde uvádí, že tyto povodňové orgány obce: *„zpracovávají povodňový plán obce a předkládají jej k odbornému stanovisku správci povodí, v případě drobných vodních toků správci těchto vodních toků.“*

### 4.1 Riziko vysychání drobných vodních toků

Sucho je problém, který je obtížný definovat, přestože je mu věnována značná pozornost i mimo oblasti s typicky aridním klimatem. Dopady sucha řeší v posledních letech řada projektů ve střední Evropě. Na problematiku sucha můžeme pohlížet z více hledisek [25]. Sucho se dostalo do středu zájmů **řady resortů státní správy**, zejména

Ministerstva zemědělství a Ministerstva životního prostředí. Oba resorty se shodli na opatření pro zmírnění negativních dopadů sucha a nedostatku vody. Vládou ČR byly pověřeny zpracovat během dvou let koncepci ochrany před následky sucha [26].

Pro Českou republiku byla navržena kategorizace území z **hlediska vysychání drobných vodních toků**. Kategorizace byla uspořádána podle Strahlera. Taktéž byly stanoveny **tři stupně rizika** (malé, střední, velké) pro detailní plošky povodí. Stupně rizika byly definovány podle abiotických charakteristik povodí a jejich kombinací. Výběr charakteristik se vybíral pomocí metody klasifikace stromů. Klasifikovány byly lokality, které následně byly rozděleny do skupin podle toho, zda bylo zjištěno vysychání. **Vysychání** bylo detekováno metodou retrospektivní biologické indikace. Tato metoda je založená na analýze makrozoobentosu. Byla vyvinuta na základě výzkumu vysychajících toků v období 2012-2015. Pomocí této metody se vyhodnotilo přes 332 lokalit a 1 362 vzorků sledovaných na drobných vodních tocích ČR. Výsledný stupeň rizika vysychání drobných vodních toků pro vytvoření mapy byl odvozen pomocí metody klasifikace stromů z deficitu srážek, typu krajinného pokryvu, podílu hornin s obsahem jílovců, parametrů geomorfologických a z podílu stojatých vod v povodí. Území, kde je malé riziko vysychání představuje kolem 46 % se středním rizikem 24 % a s velkým rizikem 32 %. Vysoko riziková jsou povodí s převahou orné půdy a podílem vodních ploch větším než 1 %. Kategorizace má sloužit pro rozhodovací procesy zejména pro management vodního hospodářství, zemědělství a ochrany přírody [27].

## 5 CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÝCH PARAMETRŮ

V této kapitole jsou rozebrány základní fyzikální a chemické ukazatele, které se vyhodnocovaly v praktické části této práce. Jednalo se o tyto ukazatele: pH, konduktivitu, teplotu vody, celkový fosfor, fosforečnany, amoniakální dusík, dusičnany, dusitany, veškeré látky, rozpuštěné látky, nerozpuštěné látky, biologickou spotřebu kyslíku ( $BSK_5$ ) a chemickou spotřebu kyslíku ( $CHSK_{Cr}$ ).

### 5.1 pH

Jedná se o míru aktivity vodíkových iontů ( $H^+$ ) a uvádí se jako **převrácená hodnota logaritmu aktivity vodíkových iontů**. Proto má voda s pH 7  $10^{-7}$  molů na litr vodíkových iontů, zatímco pH 6 má  $10^{-6}$  mol na litr vodíkových iontů. Stupnice pH se pohybuje **od 0 do 14**. Běžné rozmezí pH pro povrchové vody je 6,5 až 8,5 a pro podzemní vody je to 6 až 8,5. Alkalita je měřítkem kapacity vody odolat změně pH, která by měla tendenci dělat vodu kyselejší. Měření zásaditosti a kyselosti je nutné ke stanovení korozivity vody. Voda, která má  $pH < 6,5$  je kyselá, měkká a korozivní, protože by mohla vyluhovat ionty kovů, jako je železo, mangan, měď, olovo a zinek z vodovodního potrubí. Voda s nízkým pH by proto mohla obsahovat zvýšené hladiny toxických kovů. Primárním způsobem, jak řešit problém vody s nízkým pH je použití neutralizátoru. Voda s  $pH > 8,5$  může naznačovat, že je tvrdá, což nepředstavuje zdravotní riziko [29][30].

### 5.2 Konduktivita

Nebo také **vodivost**, což je míra schopnosti vody procházet elektrickým proudem. Vodivost ve vodách je ovlivněna přítomností anorganických rozpuštěných pevných látek, jako jsou chloridové, dusičnanové, síranové a fosfátové anionty (ionty nesoucí záporný náboj), nebo sodné, hořečnaté, vápenaté, železnaté a hliníkové kationty (ionty nesoucí kladný náboj). Na vodivost má **vliv také teplota** čím, je teplota vody větší tím je vyšší i vodivost. Z tohoto důvodu se vodivost uvádí jako vodivost při 25 °C. Základní jednotkou měření vodivosti je **mho nebo Siemens**. Vodivost se měří v mikromosech na centimetr ( $\mu mhos/cm$ ) nebo mikrosiemensech na centimetr ( $\mu S/cm$ ) a jejich násobcích (mS/cm, mS/m). Destilovaná voda má vodivost v rozmezí 0,5 až 3  $\mu mhos/cm$ . Vodivost řek v ČR se pohybuje 50 do 1000  $\mu mhos/cm$  [2] [31].

Vodivost v potocích a řekách je ovlivněna především geologickou oblastí, kterou voda protéká. Voda protékající oblastmi s žulovým podložím má tendenci mít nižší vodivost, protože žula je složena z internějších materiálů, které při promývání do vody neionizují. Na druhou stranu toky, které protékají oblastmi s jílovitými půdami mají tendenci mít vyšší vodivost. Nefunkční kanalizační systém taktéž může zvyšovat vodivost kvůli přítomnosti chloridu, fosfátu a dusičnanů [2] [31].

### 5.3 Teplota vody

Jedná se o **fyzikální vlastnost**, která vyjadřuje, jak moc je voda horká či studená. Jelikož studená a horká jsou libovolné termíny, lze teplotu dále definovat jako měření průměrné tepelné energie látky. Tepelná energie je kinetická energie atomů a molekul, takže teplota zase měří průměrnou kinetickou energii atomů a molekuly. Tuto energii lze přenášet mezi látkami jako tok tepla. Přenos tepla, ať už ze vzduchu, slunečního záření, jiného vodního zdroje může teplotu vody změnit. Teplota vody je **velmi důležitým faktorem**, který je třeba vzít v úvahu při hodnocení kvality vody. Kromě vlastních účinků ovlivňuje teplota několik dalších parametrů a může měnit fyzikální a chemické vlastnosti vody. Rozpustnost kyslíku a dalších plynů se bude snižovat s rostoucí teplotou. To znamená, že chladnější potoky a řeky pojmu více rozpuštěného kyslíku než teplejší vody. Když je voda příliš teplá, tak nebude obsahovat dostatek kyslíku pro přežití vodních organismů. Teplota vody může **ovlivnit vodivost** dvěma způsoby. Protože vodivost se měří elektrickým potenciálem iontů v roztoku, je ovlivněna koncentrací, nábojem a mobilitou těchto iontů. Teplota vody taktéž **ovlivňuje pH**. Když se změní teplota, tak se mění taktéž koncentrace iontů, čímž se posune hodnota pH. Protože teplota měří tepelnou energii, byly vyvinuty stupnice, které dávají teplotní hodnoty ve vztahu k ostatním hodnotám. Dneska se teplota vody běžně měří na jedné ze tří stupnic: **Celsiova, Fahrenheita nebo Kelvinova**. Při použití stupnic Celsia a Fahrenheita se teplota měří ve stupních. Na Kelvinově stupnici je jednotkou kelvin. Teplota vody je uváděna v stupnicích Celsia. Teplota ve stupních Celsia lze převést na Fahrenheita nebo Kelvina pomocí rovnic [30][31] [32].



## 5.4 Celkový fosfor

Celkový fosfor ( $P_{\text{cel.}}$ ) znamená rozpuštěné i nerozpuštěné sloučeniny fosforu. Z chemického hlediska můžeme fosfor rozdělit na anorganicky a organicky vázaný. **Anorganický fosfor** se nachází jako orthofosforečnany a polysfosforečnany. Celkový fosfor se stanovuje především z hlediska odpadních vod. Pro stanovení celkového fosforu se používají dva postupy. Jeden ze způsobů je oxidace peroxodisíranem a metoda rozkladu kyselinou dusičnou a sírovou. Tyto metody se používají pro všechny druhy vod. Sloučeniny fosforu **nejsou toxické pro vodní prostředí**, ale nadměrné množství fosforu může způsobovat eutrofizaci vod. Vzrůst celkového fosforu v pitné vodě poukazuje na fekální znečištění. Fosfor jako limitující prvek rozvoje vodní vegetace, stimuluje růst vodních sinic a rostlin. Koncentrace fosforu v povrchových vodách se pohybuje velmi nízko. Většinou se vyskytuje na dně toku. Fosfor se stanovuje převedením všech forem na **orthofosforečnany**. Pak se orthofosforečnany stanovují **spektrofotometrickou metodou** [2] [33].

## 5.5 Fosforečnany

Z fosforu se tvoří fosfáty ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), které existují **ve třech formách**: ortofosfát, metafosfát a organicky vázaný fosfát. Každá sloučenina obsahuje fosfor v jiném chemickém vzorci. **Ortoformy** se vyrábějí přírodními procesy a nacházejí se v odpadních vodách. **Polyformy** se používají k čištění kotlové vody a v detergentech. Ve vodě se mění do ortoformy. **Organické fosfáty** jsou v přírodě velmi důležité. Jejich výskyt může být důsledkem rozpadu organických pesticidů, které obsahují fosfáty. Mohou existovat v roztoku jako částice, volné úlomky nebo v tělech vodních organismů. Pro analýzu fosforečnanů se používá spektrofotometrická metoda. Fosforečnany mají velký vliv na životní prostředí. Srážky mohou způsobovat promývání různých fosforečnanů ze zemědělských půd do blízkých vodních toků. Fosfát bude stimulovat růst planktonu a vodních rostlin, které poskytují potravu rybám. Může způsobit nárůst populace ryb a tím zlepšit celkovou kvalitu vody. Pokud ale do vody vstoupí více fosfátu, řasy a rostliny budou nekontrolovatelně růst a vznikne tak eutrofizace [2], [34].

## 5.6 Dusitany

Dusitany ( $\text{NO}_2^-$ ) vznikají při biochemické oxidaci amoniakálního dusíku nebo při biochemické redukci dusičnanů. Dusitany se dostávají do povrchových vod **z odpadních vod** a také **ze strojírenského průmyslu**. U povrchových vod jejich koncentrace je několik jednotek mg/l. Poukazují na fekální znečištění povrchových vod. Pro stanovení dusitanů se používá spektrofotometrická metoda, izotachoforézní metoda a chromatografická metoda [30] [31].

## 5.7 Dusičnany

Dusičnany ( $\text{NO}_3^-$ ) jsou formou dusíku, který se nachází v suchozemském i vodním ekosystému. Dusičnany jsou **základní rostlinné živiny**, ale v nadměrném množství mohou způsobovat závažné problémy s kvalitou vody. Spolu s fosforem mohou dusičnany v nadměrném množství urychlit eutrofizaci, což způsobí dramatické zvýšení růstu vodních rostlin. Přebytek dusičnanů mohou za určitých podmínek způsobit hypoxii a vodní prostředí se může stát toxickým pro teplokrevná zvířata. Přirozená hladina dusičnanů v povrchových vodách je obvykle nízká (méně než 1 mg/l). Výtok z čistíren odpadních vod se může pohybovat až do 30 mg/l. Zdroje dusičnanů zahrnují čistírny odpadních vod, odtok z trávníků a orné půdy, selhávající septické systémy nebo odtok ze skládek. Pro jejich stanovení se používá metoda absorpční spektrofotometrie [30] [31].

## 5.8 Amoniakální dusík

Amoniakální dusík ( $\text{NH}_4^+$ ) nebo také amoniak nebo amonium je **široce přítomen v přírodních vodách** a může významně ovlivnit vodní floru a faunu. Hraje nesmírně důležitou roli v lidské produkci a zdraví i ve stabilitě ekosystému. Pro analýzu amoniakálního dusíku ve vodě bylo vyvinuto mnoho detekčních metod, včetně spektrofotometrických, která se nejčastěji používá. Povrchové vody obsahují maximálně desetinu mg/l. Ve znečištěných vodách je koncentrace amoniakálního dusíku **ve větším množství**. Amoniakální dusík je taktéž významným ukazatelem znečištění povrchových vod odpadní vodou. Obsah amoniaku se sleduje při kontrole biologických čistíren. Amoniakální dusík je taktéž velmi důležitý pro tvorbu mikroorganismů [31], [35].

## **5.9 Veškeré, rozpuštěné a nerozpuštěné látky**

Látky obsažené ve vodách můžeme z chemického hlediska rozdělit na anorganické a organické. Z fyzikálního hlediska látky obsažené ve vodách mohou být jako iontově rozpuštěné a neiontově rozpuštěné anebo jako nerozpuštěné. Rozpuštěné látky jsou takové látky, které prošly při filtraci vody skrz membránový filtr. Zpravidla pro pitné vody se používá filtr o velikosti pórů 0,3  $\mu\text{m}$  pro povrchové a odpadní vody se používají filtry o velikosti pórů 0,4  $\mu\text{m}$ . Dle potřeby se můžou používat i jiné pórovitosti např. i 2,5  $\mu\text{m}$  [31]].

### **5.9.1 Veškeré látky**

Součtem základních dvou skupin (rozpuštěných a nerozpuštěných látek) jsou látky veškeré. Stanovení veškerých látek patří mezi základní ukazatele chemických vlastností vody ve všech druzích vod. Veškeré látky se stanovují odpařením vzorku vody na vodní lázni a sušením odparku při 105°C do konstantní hmotnosti ( $V_{L105}$ ). Výsledky veškerých látek se stanovují v mg/l [31]].

### **5.9.2 Rozpuštěné látky**

Rozpuštěné látky se stanovují po odpaření vody a vysušení odparku. Rozpuštěné látky patří mezi nejzákladnější ukazatele jakosti vod. Tento ukazatel zahrnuje rozpuštěné látky anorganické a netěkavé organické látky. Stanovení rozpuštěných látek má velký význam při hodnocení chemických a biologických vlastností vody. Tento význam je hydrochemický a hygienický ale taktéž legislativní. Z fyzikálně chemického hlediska se za skutečně rozpuštěné látky, které jsou přítomné v pravých roztocích, považují takové ionty nebo molekuly, jejichž rozměr je až v jednotkách nm. Pro naše účely byly vzorky filtrovány přes membránové filtry o pórovitosti 0,4  $\mu\text{m}$  [31], 2].

### **5.9.3 Nerozpuštěné látky**

Nerozpuštěné látky jsou tuhé látky, které se odstraňují pomocí podtlakové filtrace nebo odstředování za určených podmínek [31]]. Nerozpuštěné látky jsou široký pojem, protože zahrnují i látky koloidně dispergované. Obvykle se uvádí velikost částic 0,5  $\mu\text{m}$ , ale taktéž někdy také 1,0  $\mu\text{m}$ . Mezi NL patří v přírodních a užitkových vodách například

různé hlinitokřemičitany a hydratované oxidy kovů. V našem případě se jednalo o látky, které neprošli membránovým filtrem o pórovitosti 0,4  $\mu\text{m}$  [31]].

## 5.10 BSK

Tato zkratka znamená **biochemická spotřeba kyslíku** a jedná se o množství kyslíku spotřebovaného bakteriemi a jinými mikroorganismy, které za aerobních podmínek rozkládají organickou hmotu. Rozpuštěný kyslík je zásadní složkou přírodních vodních útvarů a udržuje vodní život a kvalitní estetiku toků a jezer. Biologická spotřeba kyslíku je v podstatě měřítkem množství kyslíku potřebného k odstranění odpadních organických látek z vody [31] [36].

Existuje několik metod pro stanovení biologické spotřeby kyslíku. Jedna z nich je známá jako ČSN EN 5815-1 (757520). Tato metoda analyzuje rozdíl rozpuštěného kyslíku ve vzorku **po dobu n dnů**. U známého objemu vzorku je zaznamenán jeho počáteční obsah rozpuštěného kyslíku a po pětidenní inkubační době při 20 ° C je vzorek odebrán z inkubátoru a je odebrán konečný obsah rozpuštěného kyslíku. Hodnoty BSK se vypočítají z vyčerpání a velikosti použitého vzorku. Hodnoty rozpuštěného kyslíku jsou obvykle v ppm. **Vyšší hodnota BSK** znamená, že je potřeba více kyslíku, což znamená **nižší kvalitu vody**. Zatímco nižší hodnoty BSK znamenají, že je potřeba méně kyslíku a voda bývá většinou **čistější**. Jelikož studená voda zadržuje kyslík lépe než voda teplejší, je rozpuštěný kyslík v letních měsících obvykle nižší [31] [36].

## 5.11 CHSK<sub>Cr</sub>

Zkratka CHSK znamená **chemickou spotřebu kyslíku**, kde její analýza je měřením kapacity vyčerpání kyslíku ve vzorku vody kontaminovaném organickým odpadem. Konkrétně měří ekvivalentní množství kyslíku potřebného **k chemické oxidaci organických sloučenin ve vodě**. CHSK se používá jako obecný ukazatel kvality vody a je nedílnou součástí všech programů řízení kvality vody. Kromě toho se chemická spotřeba kyslíku používá k odhadu BSK, protože mezi CHSK a BSK existuje silná korelace, avšak chemická spotřeba kyslíku je mnohem rychlejší a přesnější. Chemická spotřeba kyslíku může být dle ČSN ISO 15705 (757521) stanovena pomocí chromu, nebo pomocí ČSN EN 8467 (757519) pomocí manganu. [31] [37] [38].

Pro analýzu chemické spotřeby kyslíku se používá fotelektrochemická metoda, která je základem revoluční technologie analyzátoru chemické spotřeby kyslíku společnosti MANTECH. Další tradiční metodou analýzy CHSK je **metoda mokré chemie**. To zahrnuje dvouhodinovou digesci za vysokého tepla za kyselých podmínek, při kterých působí dichroman draselný jako oxidační činidlo pro jakýkoli organický materiál přítomný ve vzorku vody. Síran stříbrný je přítomen jako katalyzátor a síran rtuťnatý působí tak, že komplexuje veškerý interferující chlorid. Po digesci se měří rozsah oxidace nepřímým měřením spotřeby kyslíku pomocí elektronů spotřebovaných při redukci  $\text{Cr}^{6+}$  na  $\text{Cr}^{3+}$ . To lze provést titrací nebo spektrofotometrií [31] [37] [38].

## 6 POPIS ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

V této kapitole jsou popsány geomorfologické, pedologické, geologické, hydrologické a klimatické poměry zájmového území.

### 6.1 Geomorfologické poměry

Oblast, kde protéká Frýdecký potok, patří do Západních Karpat, přesněji do geomorfologické soustavy Vněkarpatské sníženiny. Dále patří do podsoustavy Severní Vněkarpatské sníženiny, geomorfologického celku Ostravské pánve a podcelku Ostravské plošiny. Frýdecký potok náleží Havířovské plošině (viz tabulka č. 8) [39].

**Tabulka 8:** Geomorfologické poměry (Demek 2006).

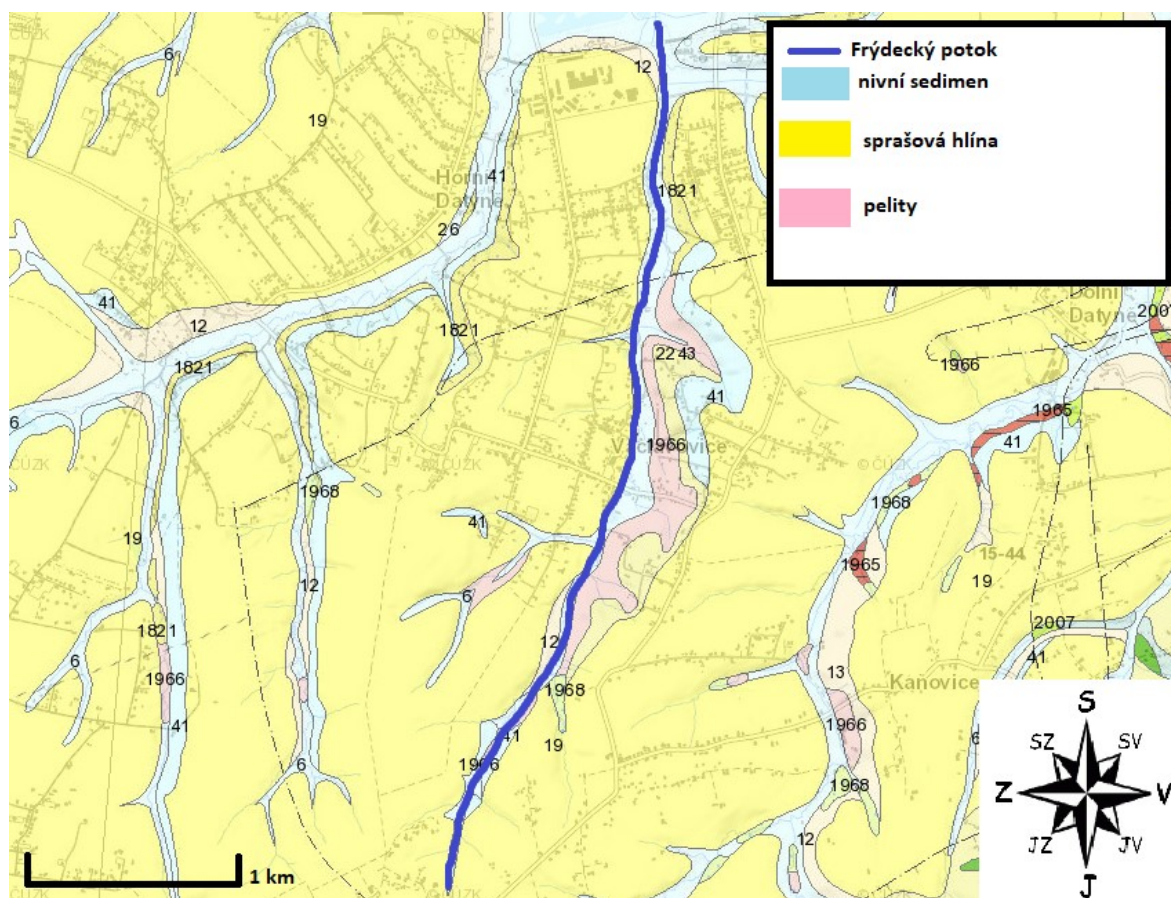
<b>Provincie</b>	Západní Karpaty
<b>Soustava</b>	VIII Vněkarpatská sníženina
<b>Podsoustava</b>	VIIIB Severní Vněkarpatská sníženina
<b>Celek</b>	VIIIB-1 Ostravská pánev
<b>Podcelek</b>	VIIIB-1B Ostravská plošina
<b>Okrsek</b>	VIII-1B-2 Havířovská plošina

**Ostravská pánev** je součástí geomorfologické oblasti Západní Vněkarpatské sníženiny. Leží v severní Moravě, Slezsku a jižní části Polska. Tvoří ji pahorkatina o rozloze 486 km<sup>2</sup>, střední výšce 244 m a středním sklonu 1°38'. Podcelek tvoří **Ostravská plošina**, jež zahrnuje vyšší pánevní okrsky ve východní části podcelků mezi údolími Ostravice a Olše. **Havířovská plošina** je okrsek v jihovýchodní části Ostravské plošiny. Jedná se o plochou pahorkatinu o rozloze 94,99 km<sup>2</sup> [39].

### 6.2 Geologické poměry

Podle obrázku č. 5, který je přiložen níže, můžeme zjistit, že oblast, kde se nachází Frýdecký potok převážně, obsahuje horninový typ sedimentu nezpevněného. Do tohoto horninového typu patří sprašová hlína, která se hojně v této oblasti vyskytuje. Menší

zastoupení tu mají písčito-hlinité sedimenty, pelity, pískovce a slepence. Ve vodním toku jsou zastoupeny nivní sedimenty.

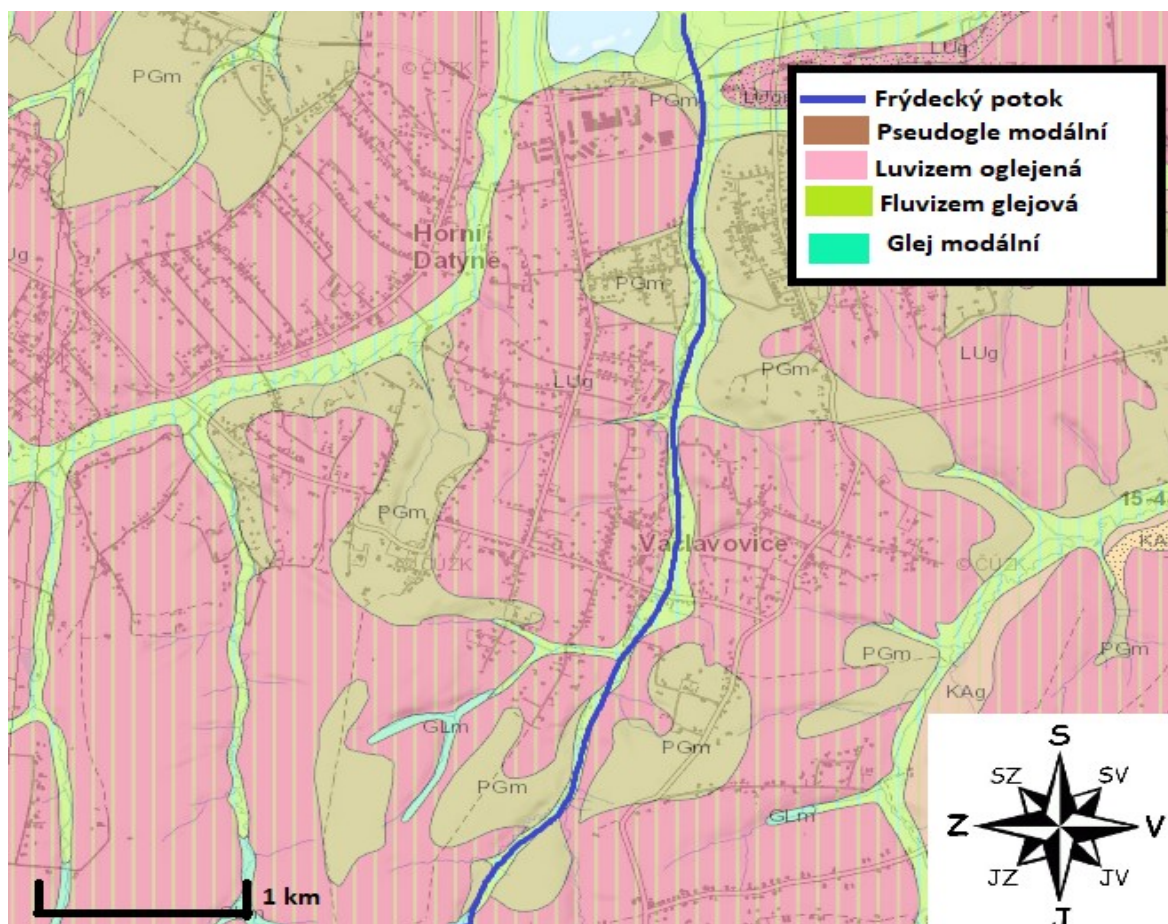


Obrázek 5: Mapa geologických poměrů (Národní geoportál INSPIRE, ©2010-2021)

### 6.3 Pedologické poměry

Podle obrázku č. 6 se dá zjistit, že největší zastoupení zde má půdní typ **luvizem oglejená**. Tento horizont má vysvětlené povrchy pedů a střídají se s pedy hnědými argilany. Texturní diferenciací modálního subtypu je na homogenních substrátech  $> 2,2$ . Luvizem oglejená vytváří bročky a má středně výrazné znaky mramorování. V blízkosti vodního toku se nachází **fluvizem glejová**. Tyto typy půd mají fluvické znaky (vrstevnatost, nepravidelné rozložení organických látek). Fluvizem glejová má výrazně reduktomorfní znaky. V oblasti se také nachází pseudoglej modální a menší zastoupení tam má i **glej modální**.





Obrázek 6: Mapa pedologických poměrů (Národní geoportál INSPIRE, ©2010-2021)

## 6.4 Hydrologické poměry

Hydrologická oblast spadá do povodí Odry a jejím **umořím je Baltské moře**. Hranice povodí Odry tvoří povodí Moravy a povodí Váhy. Na západní straně povodí se nachází povodí Labe a na východě povodí Visly [40].

**Frýdecký potok** je vodním tokem, který dostal jméno podle blízké obce Frýdek-Místek. Tento vodní tok na základě geomorfologického členění patří do soustavy Vněkarpatské sníženiny. Celý vodní tok se nachází na území Slezska blízko obce Šenov. Správce tohoto vodního toku je Povodí Odry. Vodní tok pramení v lese blízko **obce Sedliště**. Prameniště tvoří zastavěná betonová konstrukce v blízkosti pole. Frýdecký potok **má několik přítoků** a protéká skrz obec Václavovice a v blízkosti železniční stanice Šenov se **vlévá do vodního toku Venclůvka** (ř. km 0,7). Délka vodního toku je 5,9 km. Frýdecký potok byl revitalizován a v určitých částech, byl zvětšen průtok. Břehy tohoto vodního toku tvoří břehové porosty, které zasahují přímo do vodního toku. Tento tok se svými přítoky je chráněná rybí oblast (CHRO), kde je lov ryb zakázán. Frýdecký potok

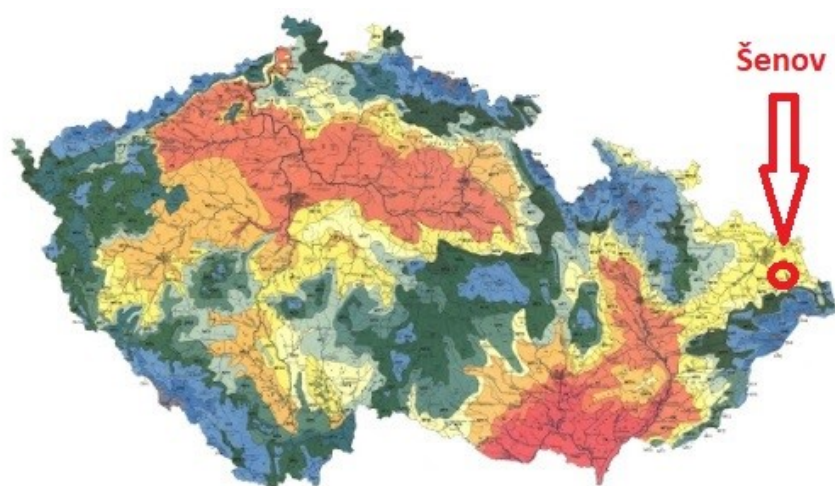


má na území Ostravy oficiálně **stanovené záplavové území** včetně aktivní zóny v úseku ř. km 0,0 až 3,941, které vyhlásil Magistrát města Ostravy. Záplavové území je stanoveno v obcích a městských obvodech Šenova a Václavovic. V blízkosti Volenství prochází intravilánem (zastavěnou oblastí). V roce 2015 až 2018 byl řešen problém znečišťování vodního toku splaškovými vodami z domácností. Jelikož většina obyvatelstva Volenství neměli své domácnosti napojené na kanalizační síť a docházelo k znečišťování Frýdeckého potoka [41] [42].

Jak již bylo zmíněno, tak Frýdecký potok se vlévá do vodního toku **Venclůvka**. Venclůvka pramení v Sedlišti a do Šenova přitéká od Dolní Datyně (Dolní Datyňka). V blízkosti města Šenov se po levé straně vlévá do Lučiny (ř. km 10,7). Tento vodní tok má délku 13 km a plocha povodí je 25,72 km<sup>2</sup>. Průměrný průtok tohoto toku činí do Lučiny cca. 0,34 m<sup>3</sup>/s. Vodní tok tvoří souvislé břehové porosty, které částečně zmírňují břehovou abrazi toku. Vodní tok byl opevněn kamennou rovinou [41]. **Lučina** je vodní tok, do kterého se vlévá Venclůvka. Pramení na svazích Prašivé v Moravskoslezských Beskydech v nadmořské výšce 580 m n. m. a ústí do Ostravice. Tok má ve správě Povodí Odry a délka tohoto toku je 37,9 km. Lučina je charakterizovaná jako podhorský tok a její horní úsek má bystrinný charakter. Velkou součástí Lučiny je přivaděč Morávka – Žermanice a dalších menších toků (Holčina, Bruzovka). Tento vodní tok se přímo dotýká CHKO Beskydy, do níž spadá svým horním úsekem. V minulosti byly provedeny zásahy do morfologie toku. Úpravy na horním úseku souvisí se zřízením převodu vody z Morávky, jehož spodní trat koryto Lučiny využívá [42].

## 6.5 Klimatické poměry

Frýdecký potok spadá do klimatické oblasti **MT10**. Podle tabulky č. 9 a obrázku č. 7 bylo zjištěno že, v této klimatické oblasti jsou jara mírně teplá a krátká. Léta jsou naopak dlouhá, teplá a suchá. Podzim je krátký a mírně teplý. Zima je krátká, mírně teplá a velmi suchá. Průměrný úhrn srážek se v této oblasti pohybuje kolem 700 mm a průměrné teploty jsou kolem 10 °C [43].



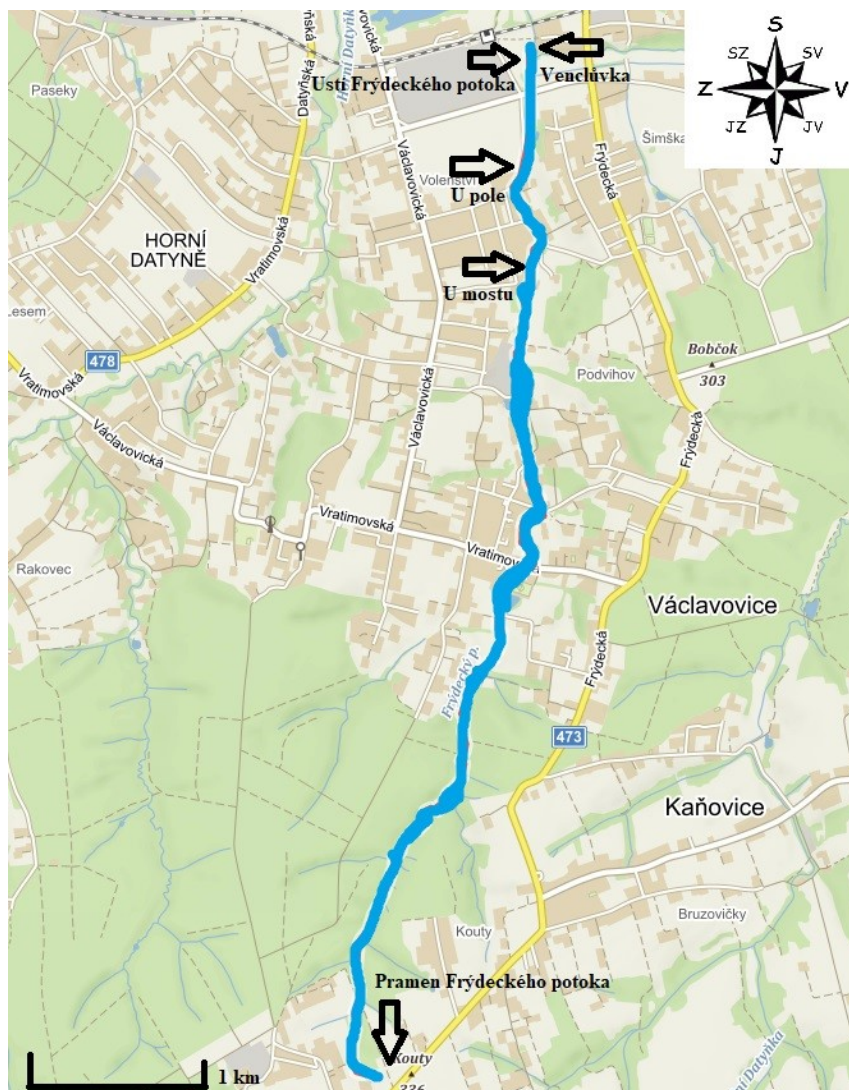
**Obrázek 7:** Mapa klimatických regionů ČR (Klimatické regiony ČR 2004-2014)

**Tabulka 9:** Tabulka klimatické oblasti MT10 (Tolasz 2007).

Klimatické jevy	MT10
Počet letních dnů	40-50
Počet dnů s průměrnou teplotou více než 10 °C	140-160
Počet dní s mrazem	110-130
Počet ledových dnů	30-40
Průměrná lednová teplota (°C)	-2 – -3
Průměrná červencová teplota (°C)	17-18
Průměrná dubnová teplota (°C)	7-8
Průměrná říjnová teplota (°C)	7-8
Průměrný počet dní se srážkami 1 mm	100-120
Suma srážek ve vegetačním období (mm)	400-450
Suma srážek v zimním období (mm)	200-250
Počet dní se sněhovou pokrývkou	50-60
Počet zatažených dní	40-60
Počet jasných dní	120-150

## 7 POPIS ODBĚROVÝCH MÍST

Tato kapitola se zabývá 5 odběrovými místy a jejich popisem, které byly vybrány pro tuto diplomovou práci. Odběrová místa zahrnují jednak pramen Frýdeckého potoka, tak jeho ústí do řeky Venclovky, krom toho také i dvě místa v zemědělské oblasti a samotné odběrové místo řeky Venclovky (viz obrázek č. 8).



Obrázek 8: Lokalizace vybraných odběrových míst (Mapy seznam © b.r)

### 7.1 Odběrové místo 1 – pramen Frýdeckého potoka

První odběrové místo se nachází v malé obci jménem Sedliště. Oblast, kde se nachází pramen Frýdeckého potoka, ohraničují zemědělské pole a rozsáhlé louky. Sám pramen leží na kraji lesa, který tvoří betonová konstrukce (viz obrázek č. 9), která chrání pramen proti



nánosu bahna, který by se dostával do pramene vlivem dešťů. Odběry byly prováděny přímo z pramene.



Obrázek 9: Odběrové místo 1 – pramen (Fajkus, 2019)

## 7.2 Odběrové místo 2 – u mostu

Toto odběrové místo 2 se nachází přímo v Šenově. Jedná se o část Frýdeckého potoka, která je co nejbližší lidským obydlím v tzv. intravilánu. Tento odběrový bod byl vybrán kvůli možnosti nepříznivého vlivu lidské činnosti na kvalitu vody Frýdeckého potoka. V blízkosti tohoto odběrného místa jsou lidská obydlí, která pravděpodobně vypouští odpadní vody z domácností do tohoto vodního toku. Most (viz obrázek č. 10), pod kterým teče Frýdecký potok, je součástí komunikace pro motorová vozidla. Břehový porost kolem tohoto odběrného místa tvoří olše lepkavé (*Alnus glutinosa*). Samotný odběr byl proveden ze středu vodního toku.



Obrázek 10: Odběrové místo 2 – u mostu (Fajkus, 2019)

### 7.3 Odběrové místo 3 - u pole

Odběrové místo 3 se nachází vedle největšího pole, které se v Šenově nachází. Je to oblast, které je také velmi využívána automobilovými prostředky, ale také slouží jako místo pro turistiku a cyklistiku. Na druhé straně vodního toku se nachází stáj. Břehy rovněž lemuje zastoupení líp lepkavých (*Alnus glutinosa*). Odběr byl proveden co nejbližší středu vodního toku (viz obrázek č. 11).



Obrázek 11: Odběrové místo 3 – u pole (Fajkus, 2019; Kubackzková, 2020)

### 7.4 Odběrové místo 4 - Venclůvka

Jedná se o odběrový bod, který teče hned vedle Frýdeckého potoka a následně se do tohoto potoka vlévá. Tento tok se nachází v lese (viz obrázek č. 12). V místě odběru byly nalezeny odpady, které zapříčinily černé skládky, které se vlivem sesuvu půdy dostali do vodního toku a dál po proudu se dostávají do místa, kde se střetává Frýdecký potok a Venclůvka. Odběr byl proveden přímo z vodního toku nejbližší středu vodního toku.



Obrázek 12: Odběrové místo 4 – Venclůvka (Fajkus, 2019)



## 7.5 Odběrové místo 5 - ústí Frýdeckého potoka do Venclůvky

Poslední odběrové místo (viz obrázek č. 13) bylo vybráno jako konečné pro Frýdecký potok, jelikož se vlévá do řeky Venclůvky. Tento odběrový bod se taktéž nachází v lese blízkosti železniční tratě Šenov. Vodní tok je mírně znečištěn odpady, které se dostávají do vodního toku z blízkých obydlí. Odběr byl proveden přímo z ústí.



**Obrázek 13:** Odběrové místo 5 – ústí Frýdeckého potoka (Fajkus, 2021)

## 8 METODIKA

Jakost vody ve Frýdeckém potoce byla sledována **od listopadu roku 2019 až do října roku 2020**. Dubnový odběr v roce 2019 nebyl uskutečněn z důvodu mimořádné situace související s COVIDEM-19. Jak již bylo řečeno v předešlé kapitole, odběrových míst bylo vybráno celkem 5, kdy v průběhu každého měsíce (tj. ve dnech 20. 11. 2019, 13. 12. 2019, 24. 1. 2020, 21. 2. 2020, 3. 3. 2020, 8. 5. 2020, 15. 5. 2020, 26. 6. 2020, 27. 7. 2020, 13. 8. 2020, 25. 9. 2020, 9. 10. 2020) byly odebrány vzorky a následně převezeny do laboratoře Katedry environmentálního inženýrství (LKEI). Přímo v terénu při odběru byla změřena multimetrem teplota, ostatní sledované parametry (pH, vodivost, rozpuštěný kyslík, veškeré, rozpuštěné a nerozpuštěné látky, dusitany, dusičnany, amoniakální dusík, celkový fosfor, fosforečnany, BSK<sub>5</sub>, CHSK<sub>cr</sub>) byly po transportu stanovovány v LKEI. Výsledné hodnoty sledovaných parametrů byly vyhodnocovány s ČSN 75 7221 – Klasifikace jakosti povrchových vod a nařízením vlády č. 401/2015 Sb.

### 8.1 Práce v terénu

Nejdříve byly připraveny očíslované vzorkovnice, a to v podobě 1,5 l PET láhví. Během práce v terénu musely být odstraněny překážky v podobě křoví a kopřiv, které se v daných lokalitách hodně vyskytovali. Před samotným odběrem byla vždy vzorkovnice třikrát propláchnutá vzorkovanou vodou v místě odběru. Mezitím byly změřena výše zmíněná teplota. Pak při samotném odběru byla vzorkovnice doplněná po okraj, aby se zamezilo vzniku vzduchových bublin. Každá vzorkovnice byla pak umístěná do tmy a chladu, aby nedošlo ke znehodnocení vzorků v průběhu transportu do laboratoře.

### 8.2 Postup práce v laboratořích KEI

Analytické vzorky, které byly určeny pro stanovení forem dusíku a fosforečnanů museli být přefiltrovány přes papírové filtry KA4. Pro ostatní sledované parametry se použili nefiltrované vzorky.

Postupy chemického rozboru vody byly prováděny podle technologických návodů LKEI. Jednalo se o tato stanovení:

- Potenciometrické stanovení vodíkových iontů – pH
- Stanovení rozpuštěného kyslíku – měření oxymetrem

- Stanovení dusičnanů salicylanem sodným absorpční spektrofotometrií
- Stanovení dusitanů se sulfanilovou kyselinou a N-/1-naftyl/-ethylendiaminhydrochloridem absorpční spektrofotometrií
- Stanovení amoniakálního dusíku Nesslerovým činidlem absorpční spektrofotometrií
- Stanovení rozpuštěných anorganických orthofosforečnanů absorpční spektrofotometrií
- Stanovení celkového fosforu rozkladem na anorganické orthofosforečnany
- Stanovení chemické spotřeby kyslíku dichromanem draselným, modifikovaná metoda pomocí termoreaktoru – CHSK<sub>Cr</sub>
- Stanovení biochemické spotřeby kyslíku standardní zředovací metodou – BSK<sub>5</sub>
- Stanovení vodivosti – konduktivita
- Gravimetrické stanovení veškerých látek
- Gravimetrické stanovení nerozpuštěných látek
- Gravimetrické stanovení rozpuštěných látek.

Dále byly vzorky i slovně popsány včetně poznámky o počasí v den odběru. Tabulkově zpracovaná data pro jednotlivá odběrná místa jsou v přílohách 1 až 5.

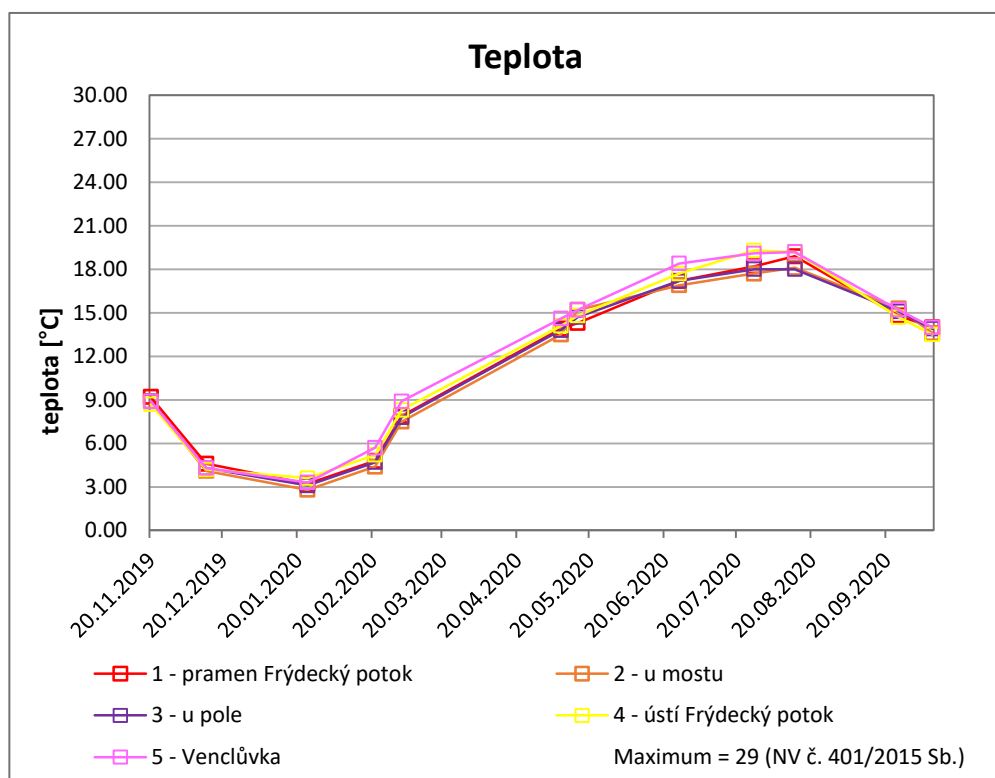


## 9 ZHODNOCENÍ KVALITY VODY FRÝDECKÉHO POTOKA

V této kapitole byla data získaná z terénu a laboratoře vyhodnocena. Data byla vyhodnocena nejprve dle nařízení vlády č. 401/2015 sb. a v další podkapitole, byly parametry rozřazeny do jednotlivých kategorií kvality vody dle ČSN 75 221. Jednotlivá vyhodnocení byla doplněna o grafy a tabulky.

### 9.1 Vyhodnocení kvality vody dle NV 401/2015 Sb.

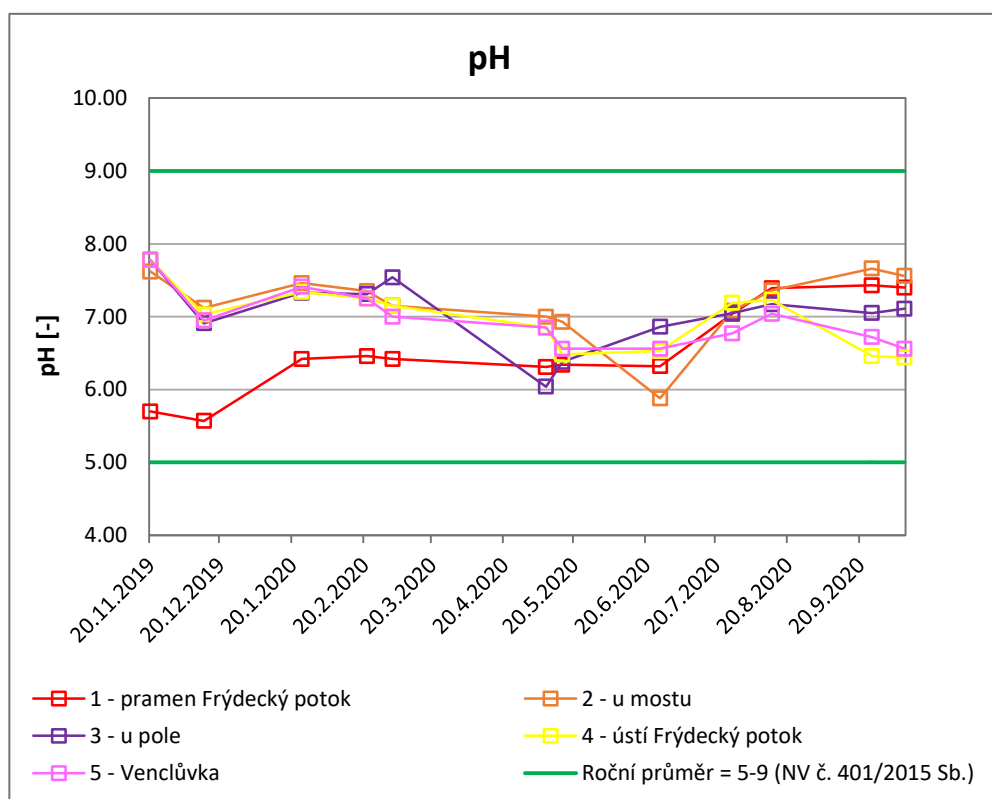
Dle grafu č. 1 se **teplota vody** měnila vzhledem k celkovému snížení teploty vlivem změny ročního období. Během letních měsíců teploty vody byly vyšší než teploty během zimních měsíců. Nejvyšší teplota byla zaznamenána během července, a to u odběrového místa ústí Frýdeckého potoka hodnota dosáhla 19,3 °C. Naopak nejnižší teplota byla naměřena u odběrového místa u mostu. Zde teplota dosáhla 2,8 °C. Naměřené hodnoty teploty vody jsou k dispozici v přílohách.



**Graf 1:** Vývoj teploty vody ve sledovaných profilech Frýdeckého potoka v období od listopadu 2019 do září 2020

Dle nařízení vlády č. 401/2015 Sb. je pro znečištění povrchových vod a užívání vod pro vodárenské účely a koupání osob povolena maximální teplota vody 29 °C. Maximální hodnoty teploty vody v odběrových místech se pohybovaly kolem hodnoty 13 °C. Všechna odběrová místa **splňují toto nařízení vlády**.

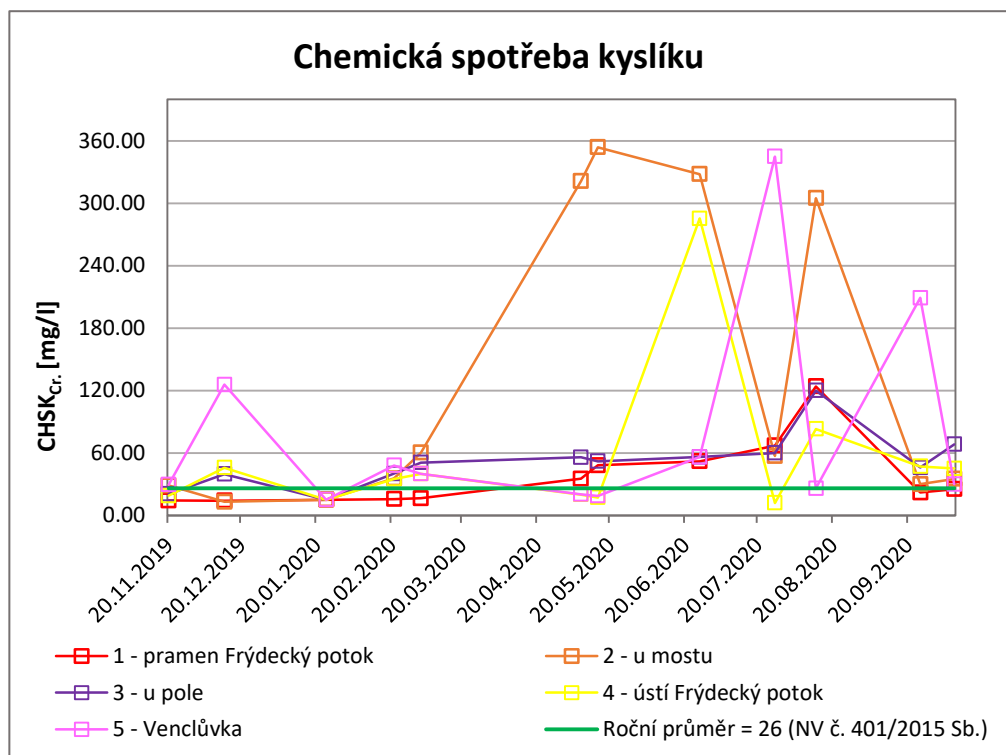
Z grafu č. 2 je zřejmé, že **pH** se mění v závislosti na teplotě. V teplejších měsících je pH nižší, než v měsících, kdy teploty značně klesají. Nejvyšší zaznamenaná hodnota byla u odběrového místa u pole a ústí Frýdeckého potoka, kde hodnota dosáhla 7,78. Nejnižší pH naopak bylo zaznamenáno kolem začátku léta u odběrného místa pramen Frýdeckého potoka a to 5,57. Naměřené hodnoty pH jsou k dispozici v přílohách.



**Graf 2:** Vývoj pH vody ve sledovaných profilech Frýdeckého potoka v období od listopadu 2019 do září 2020

Podle NV 401/2015 Sb. je pro znečištění povrchových vod a užívání vod pro vodárenské účely a koupání osob přípustná průměrná roční hodnota pH v rozmezí 5-9. Průměrná hodnota pH v době, kdy bylo prováděno měření, se pohybovala kolem 7, tudíž Frýdecký potok **nepřekročil rozmezí** tohoto parametru dle nařízení vlády.

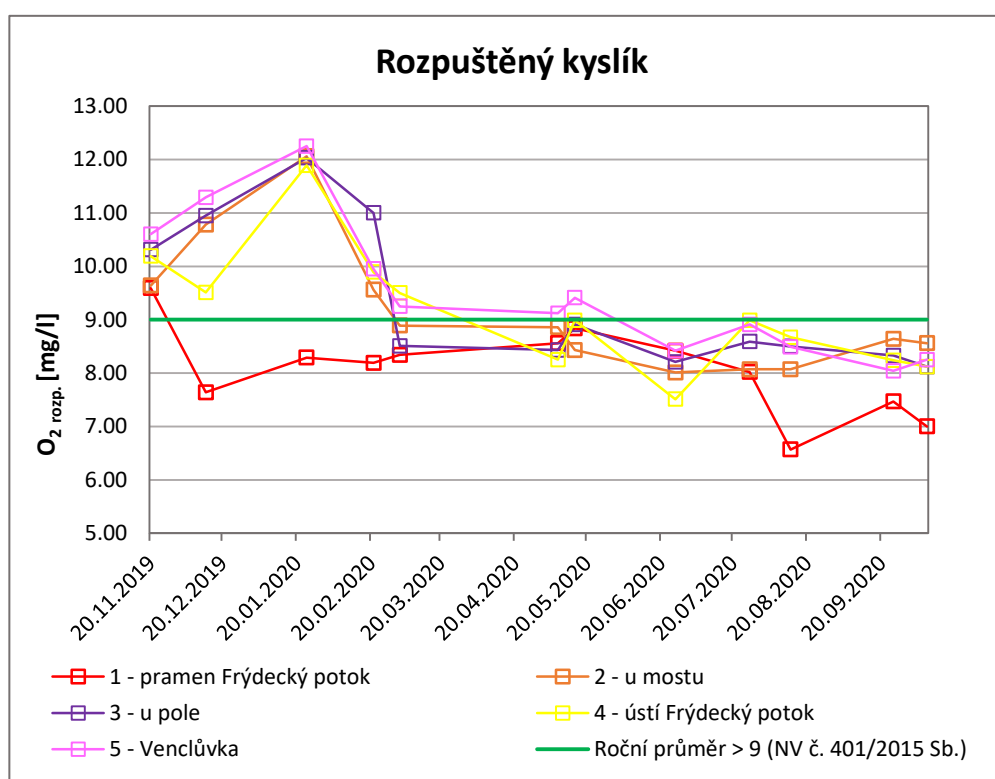
Z grafu č. 3 lze vyčíst, že hodnoty **chemické spotřeby kyslíku** nebyly stálé. Nejvyšší hodnota  $CHSK_{Cr}$  byla naměřena u odběrového místa u mostu, kde hodnota dosáhla v měsíci květen až 353,93 mg/l. Na stejném odběrovém místě v prosinci 2020 byla naměřena naopak nejnižší hodnota a to 13,01 mg/l. Naměřené hodnoty chemické spotřeby kyslíku jsou k dispozici v přílohách. Skokové změny mohly být zapříčiněny buď vlivem zemědělské činnosti nebo vypouštěním odpadních vod do recipientu.



**Graf 3:** Vývoj chemické spotřeby kyslíku ve sledovaných profilech Frýdeckého potoka v období od listopadu 2019 do září 2020

Dle NV č. 401/2015 Sb. je pro znečištění povrchových vod a užívání vod pro vodárenské účely a koupání osob přípustná průměrná roční hodnota  $CHSK_{Cr}$  26 mg/l. **Žádné odběrové místo nesplnilo toto nařízení vlády.** Průměrná roční hodnota během mého měření byla kolem 30-80 mg/l. Nejvyšší průměrná hodnota byla zjištěná u odběrového místa u mostu. Zde hodnoty dosahovaly až 131,89 mg/l. Tudíž tento vodní tok není vhodný pro vodárenské účely a ke koupání.

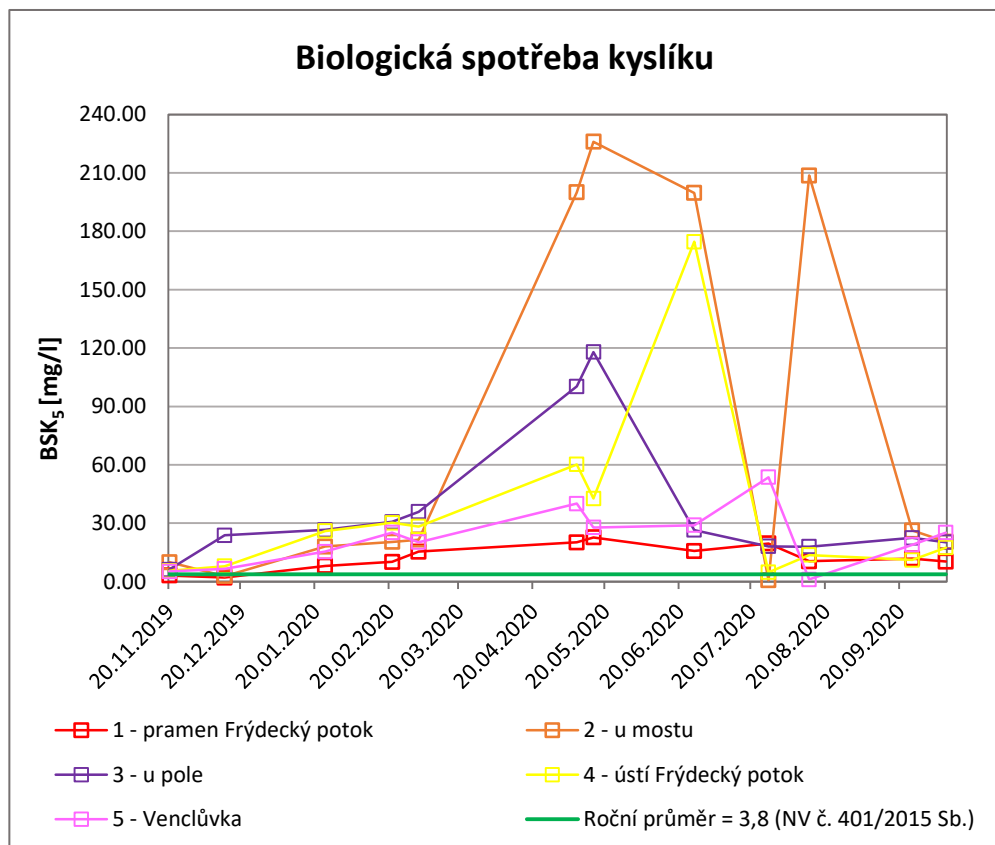
Na grafu č. 4 lze vidět, že se hodnota **rozpuštěného kyslíku** měnila vlivem změny teploty. Během letních měsíců jsou hodnoty rozpuštěného kyslíku výrazně nižší než v měsících, kdy bývá relativně nižší teplota. Jasně se liší odběrové místo pramen Frýdeckého potoka, kde byla hodnota rozpuštěného kyslíku taktéž nízká i během zimních měsíců. Hodnota rozpuštěného kyslíku zde dosahovala v prosinci pouhých 7,64 mg/l, ale na ostatních odběrových místech byla hodnota kolem 10 mg/l. Nejnížší hodnota byla na odběrovém místě pramen Frýdeckého potoka a to 6,57 mg/l. Nejvyšší hodnota byla naměřena u odběrového místa Venclůvka. Hodnota na tomto odběrovém místě byla 12,25 mg/l. Naměřené hodnoty rozpuštěného kyslíku jsou k dispozici v přílohách.



**Graf 4:** Vývoj rozpuštěného kyslíku ve sledovaných profilech Frýdeckého potoka v období od listopadu 2019 do září 2020

Z nařízení vlády č. 401/2015 Sb. je patrné, že průměrná roční hodnota rozpuštěného kyslíku musí být větší než 9 mg/l. Během mého měření byla průměrná roční hodnota rozpuštěného kyslíku kolem 9 mg/l. Nejvyšší průměrná hodnota byla naměřena na odběrovém místě Venclůvka a to 9,50 mg/l, zatímco nejnižší byla naměřena na odběrovém místě pramen Frýdeckého potoka, kde dosahovala pouhých 8,08 mg/l. Tudíž toto odběrné místo nedosahuje hodnot, které stanovilo toto nařízení vlády.

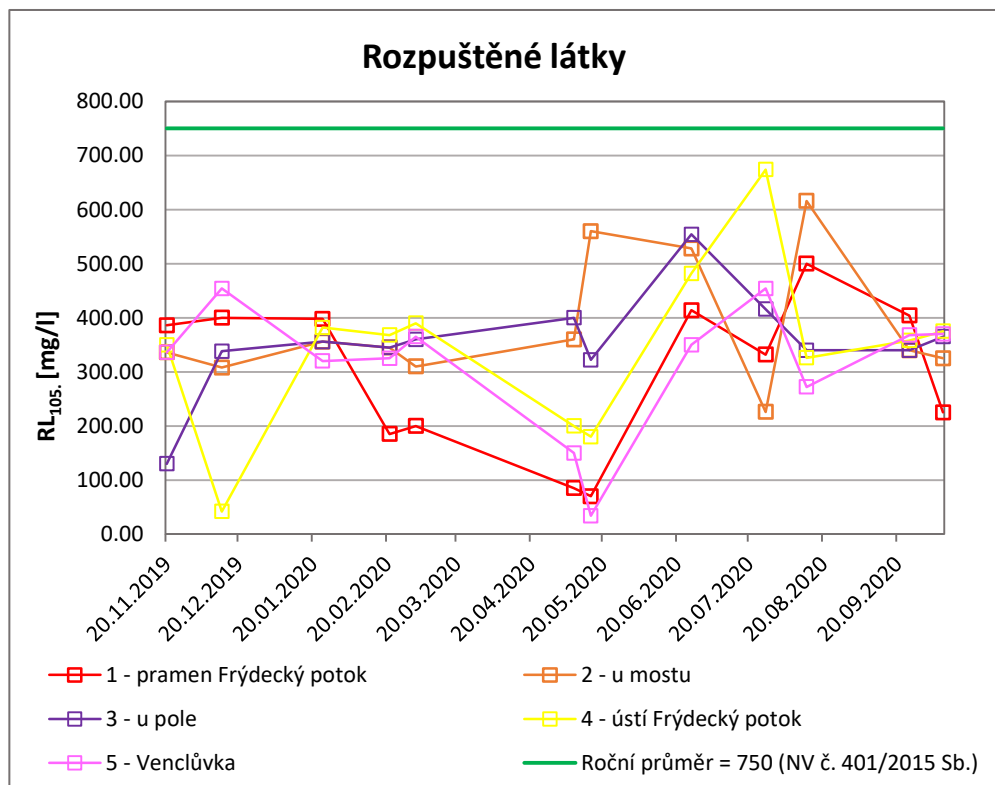
Hodnoty **biologické spotřeby kyslíku** byly během zimních měsíců docela stabilní a nízké, ale během oteplování kolem dubna začali hodnoty stoupat viz graf č. 5. Nejvyšší hodnota BSK<sub>5</sub> byla naměřena v květnu, zde hodnota dosáhla 226 mg/l. Nejnižší hodnota byla naměřena u odběrného místa pramen Frýdeckého potoka a to 3,14 mg/l. Naměřené hodnoty biologické spotřeby kyslíku jsou k dispozici v přílohách.



**Graf 5:** Vývoj biologické spotřeby kyslíku ve sledovaných profilech Frýdeckého potoka v období od listopadu 2019 do září 2020

Dle nařízení vlády č. 401/2015 Sb. je roční přípustná průměrná hodnota biologické spotřeby kyslíku 3,8 mg/l. Tato hodnota **byla překročena** ve všech odběrových místech. Nejvyšší průměrná roční hodnota byla naměřena u odběrového místa u mostu, kde dosáhla hodnoty 79,54 mg/l. Nejnižší hodnot byla u odběrného místa pramen Frýdeckého potoka a to 12,45 mg/l. Dle výsledků Frýdecký potok **nemůže být použit** pro vodárenské účely ani ke koupání.

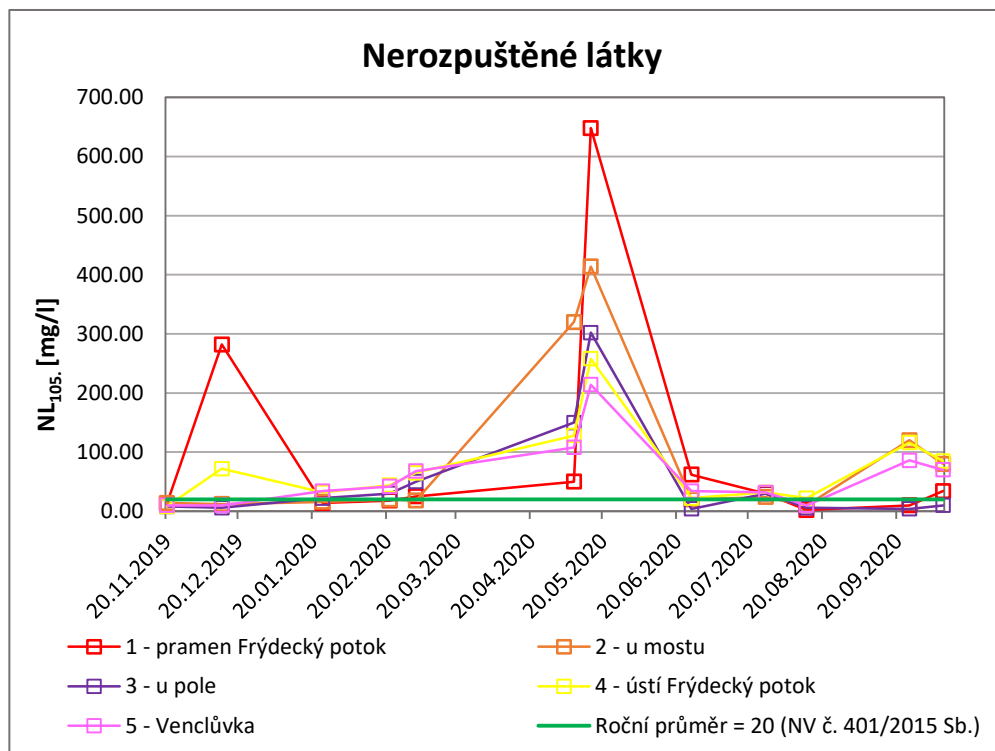
Z grafu č. 6 lze zjistit, že hodnoty **rozpuštěných látek** nebyly stabilní a každý měsíc byla hodnota rozdílná. Nejvyšší hodnota rozpuštěných látek byla naměřena na odběrovém místě ústí Frýdeckého potoka. Zde hodnota dosáhla 674 mg/l. Naopak nejnižší hodnota rozpuštěných látek byla naměřena na odběrovém místě Venclůvka, kde měla hodnotu 34 mg/l. Naměřené hodnoty rozpuštěných látek jsou k dispozici v přílohách.



**Graf 6:** Vývoj rozpuštěných látek ve sledovaných profilech Frýdeckého potoka v období od listopadu 2019 do září 2020

Dle nařízení vlády č. 401/2015 Sb. je přípustná průměrná roční hodnota rozpuštěných látek 750 mg/l. Tato hodnota **nebyla překročena**, jelikož maximální průměrná roční hodnota byla naměřena na odběrovém místě u mostu a to 384,17 mg/l. Tudíž všechny odběrová místa splňují toto nařízení vlády.

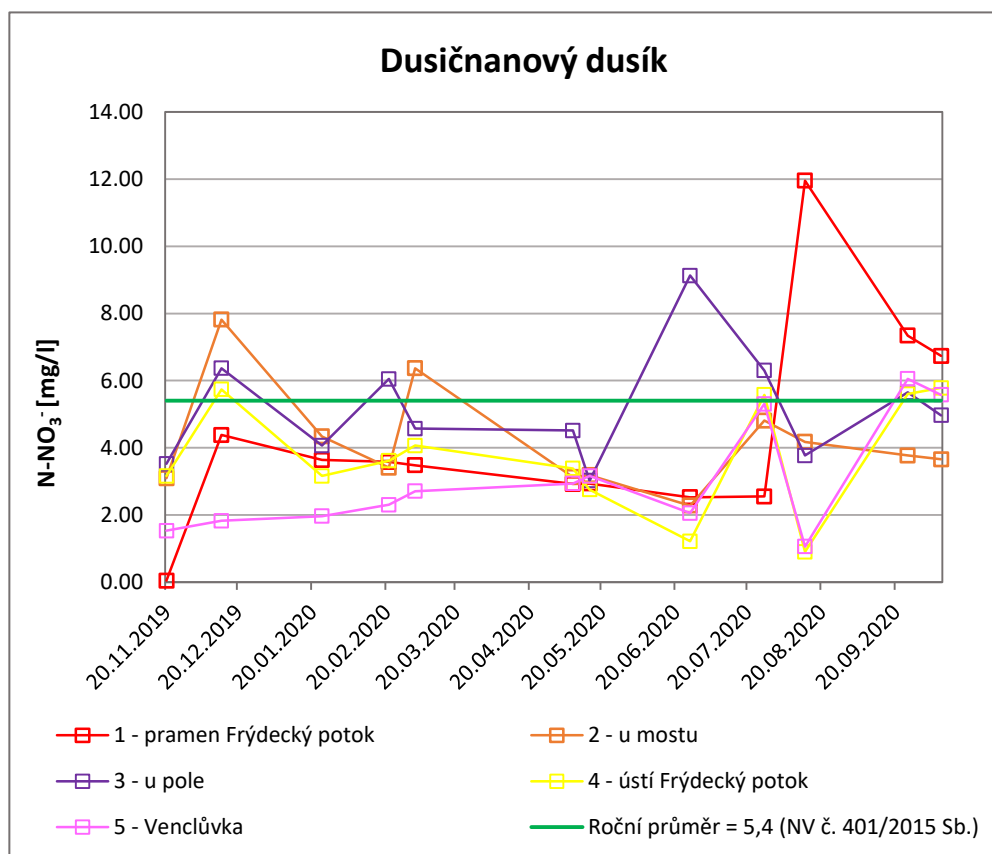
Dle grafu č. 7 lze zjistit, že hodnoty nerozpuštěných látek byly většinou stejné, jen v určitých měsících (květen a září) byly skokově rozdílné. Nejvyšší hodnota byla naměřena na odběrovém místě pramen Frýdeckého potoka, zde hodnota dosáhla 648 mg/l. Nejnížší hodnota byla naměřena na odběrovém místě u pole a to 4 mg/l. Naměřené hodnoty nerozpuštěných látek jsou k dispozici v přílohách.



**Graf 7:** Vývoj nerozpuštěných látek ve sledovaných profilech Frýdeckého potoka v období od listopadu 2019 do září 2020

Dle nařízení vlády č. 401/2015 Sb. je povolena průměrná roční hodnota nerozpuštěných látek 20 mg/l. V době, kdy bylo prováděno měření Frýdeckého potoka byla tato hodnota překročena na všech odběrových místech. Nejvyšší roční průměrná hodnota byla naměřena na odběrovém místě u mostu, kde zde dosahovala až 89 mg/l. Tudíž Frýdecký potok **nesplňuje** toto nařízení vlády a není vhodný pro využití pro vodárenské účely a pro koupání.

**Dusičnanový dusík** je parametr, který byl vyhodnocován v laboratoři. Hodnoty dusičnanového dusíku byly většinou stejné. Jen u pár míst během měření byla hodnota výrazně odlišná viz. graf č. 8. Například v květnu 2020 byla hodnota dusičnanového dusíku u odběrového místa pramen Frýdeckého potoka 11,95 mg/l, což je i nejvyšší hodnota naměřená za celé období. Nejnižší hodnota dusičnanového dusíku byla naměřena také na tomto odběrovém místě, a to v roce 2019, kdy dosáhla pouhých 0,05 mg/l. Naměřené hodnoty dusičnanového dusíku jsou k dispozici v přílohách.

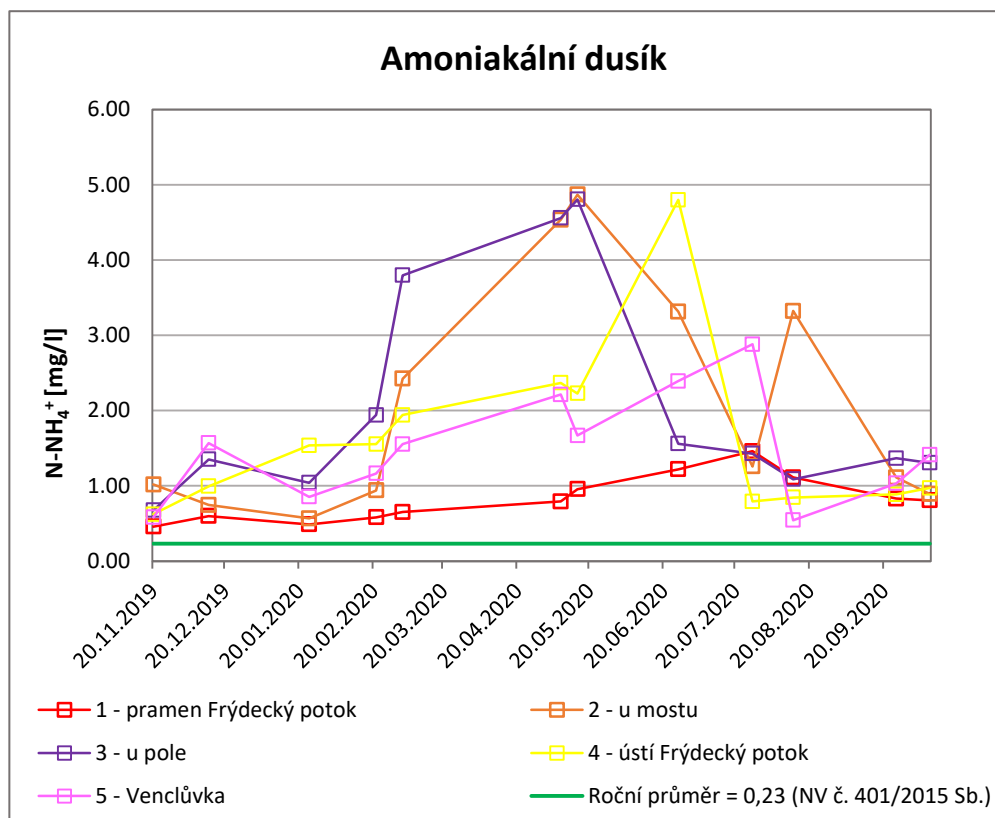


**Graf 8:** Vývoj dusičnanového dusíku ve sledovaných profilech Frýdeckého potoka v období od listopadu 2019 do září 2020

Podle nařízení vlády č. 401/2015 Sb. je povolena průměrná roční hodnota dusičnanového dusíku 5,4 mg/l. Všechna odběrová místa **splňují** toto nařízení vlády. Průměrné roční hodnoty se pohybovaly kolem 4 mg/l. Nejnižší hodnota byla na odběrném místě Venclůvka a to 3,04 mg/l.



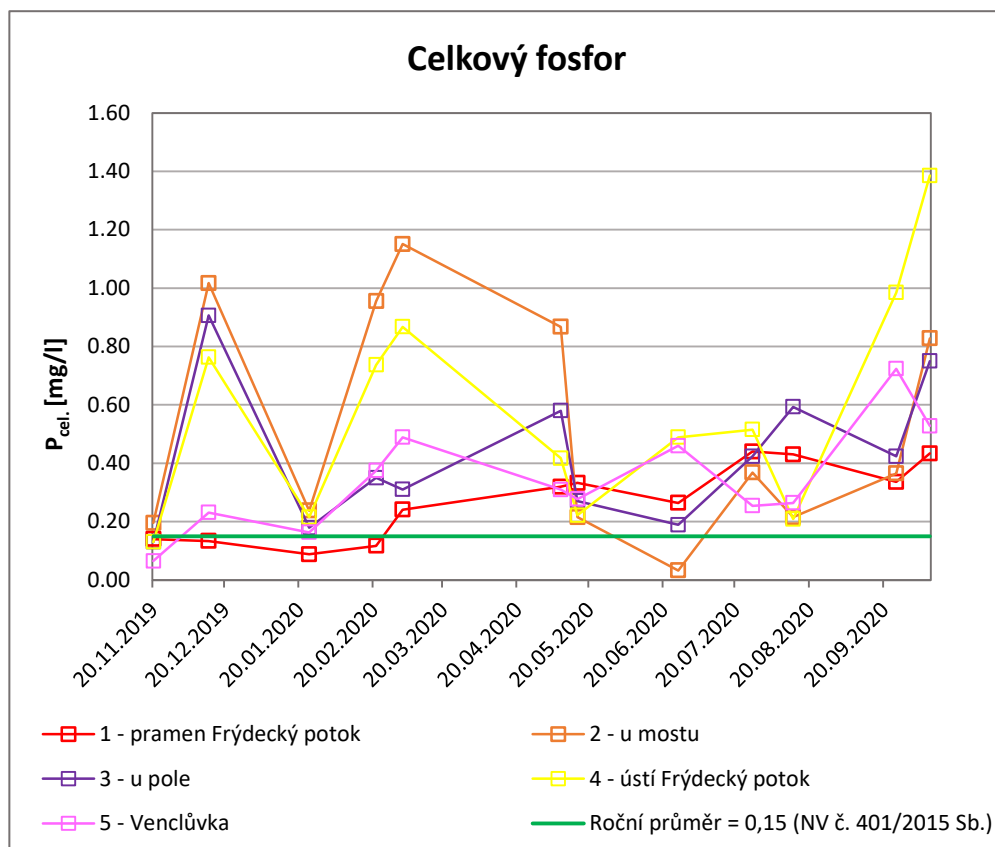
Podle grafu č. 9 lze zjistit, že hodnoty **amoniakálního dusíku** se měnily vlivem teploty. Během letních dnů byly hodnoty amoniakálního dusíku zřetelně vyšší než během zimních dnů. Nejvyšší hodnota amoniakálního dusíku byla naměřena v květnu 2020 na odběrovém místě u mostu, kde hodnota dosáhla 4,53 mg/l. Nejnižší hodnota byla naměřena v listopadu 2019 na odběrovém místě pramen Frýdeckého potoka a to 0,46 mg/l. Naměřené hodnoty amoniakálního dusíku jsou k dispozici v přílohách.



**Graf 9:** Vývoj amoniakálního dusíku ve sledovaných profilech Frýdeckého potoka v období od listopadu 2019 do září 2020

Dle nařízení vlády č. 401/2015 Sb. je povolena roční průměrná hodnota amoniakálního dusíku 0,23 mg/l. Všechna odběrová místa **přesáhla** hodnotu stanovenou nařízením vlády. Nejvyšší průměrná roční hodnota amoniakálního dusíku byla naměřena na odběrových místech u mostu a u pole. Na těchto odběrových místech teplota dosáhla až 2,08 mg/l.

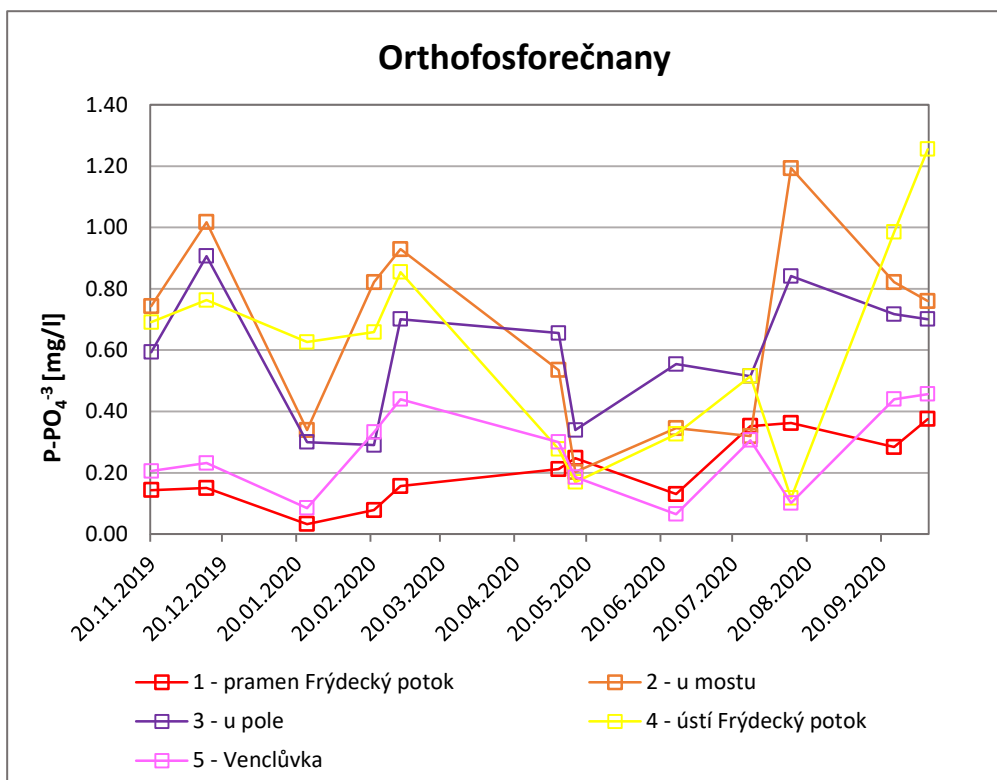
Podle grafu č. 10 můžeme zjistit, že hodnoty celkového fosforu na odběrových místech Frýdeckého potoka byly po většinu měsíců podobné. Jen občas došlo ke skokové změně hodnot celkového fosforu na určitých odběrových místech. Nejvyšší hodnota byla naměřena na odběrovém místě ústí Frýdeckého potoka, kde zde měla hodnotu 1,39 mg/l. Nejnižší hodnota byla naměřena na odběrovém místě Venclovka, kde dosáhla pouhých 0,07 mg/l.



**Graf 10:** Vývoj celkového fosforu ve sledovaných profilech Frýdeckého potoka v období od listopadu 2019 do září 2020

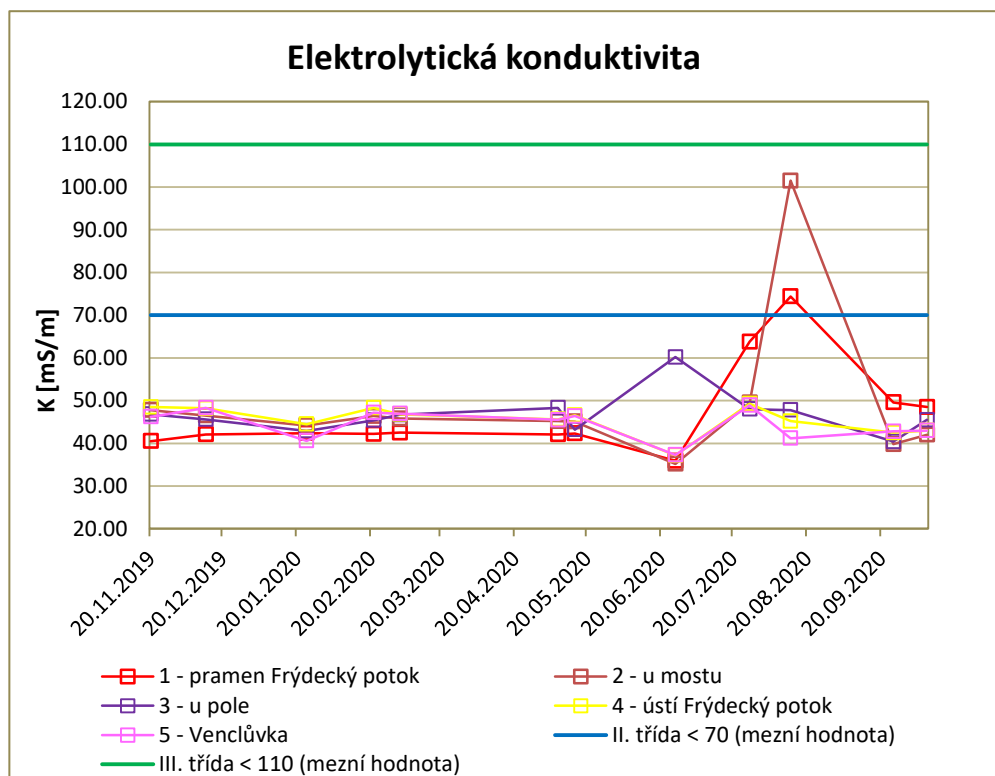
Podle nařízení vlády č. 401/2015 Sb. je povolena průměrná roční hodnota celkového fosforu pro použití povrchových vod pro vodárenské účely a pro koupání 0,15 mg/l. **Bohužel všechna odběrová místa překročila toto nařízení vlády**, jelikož hodnoty byly až 3× větší, než je stanovena tímto nařízením vlády. Nejvyšší průměrná roční hodnota byla na odběrovém místě ústí Frýdeckého potoka a to 0,58 mg/l. Tudíž tento vodní tok **není vhodný** pro vodárenské využití ani pro koupání.

Podle grafu č. 11 můžeme zjistit, že hodnoty orthofosforečnanů byly na vybraných odběrových místech po většinu času stejné. Velké výkyvy v hodnotách mělo odběrové místo ústí Frýdeckého potoka, kdy v září 2020 se hodnota vyšplhala až k 1,26 mg/l. Nejnižší hodnota byla naměřena v lednu 2020 na odběrovém místě pramen Frýdeckého potoka. Zde hodnota měla pouhých 0,03 mg/l orthofosforečnanů. Orthofosforečnany nejsou zařazeny do nařízení vlády č. 401/2015 Sb.



**Graf 11:** Vývoj orthofosforečnanů ve sledovaných profilech Frýdeckého potoka v období od listopadu 2019 do září 2020

Podle grafu č. 12 bylo zjištěno, že hodnoty vodivosti (konduktivity) byly povětšinu času sledování Frýdeckého potoka stálé. Jediná velká změna byla zaznamenána v letních měsících. Důvodem zvýšených hodnot v letních měsících mohlo být sucho. Nejvyšší hodnota konduktivity byla naměřena na odběrovém místě u mostu, zde hodnota byla až 101,5 mS/m v srpnu 2020. Nejnižší hodnota byla naměřena taktéž na tomto odběrném místě během června tohoto roku, kde dosáhla 35,2 mS/m.



**Graf 12:** Vývoj konduktivity ve sledovaných profilech Frýdeckého potoka v období od listopadu 2019 do září 2020

## 9.2 Klasifikace odběrových míst Frýdeckého potoka dle ČSN 75 7221

V této podkapitole byly stanovovány třídy jakosti vod podle ČSN 75 7221. Jednotlivá odběrová místa byla vyhodnocena na základě výsledků z laboratoře a následně ke každému parametru byla přidána třída, podle které se následně vyhodnocovala třída celého odběrového místa.

### 9.2.1 Třída jakosti vody odběrového bodu pramen Frýdeckého potoka

Podle tabulky č. 10 odběrového místa **pramen Frýdeckého potoka** bylo zjištěno, že biologická spotřeba kyslíku měla hodnotu 20,19 mg/l tudíž se řadí do třídy kvality vody V. Chemická spotřeba kyslíku taktéž s hodnotou 67,90 mg/l a nerozpuštěné látky s hodnotou 295,20 mg/l taktéž překročili hodnotu, která stanovuje kvalitu vodního toku na V. třídu. Amoniakální dusík, který měl hodnotu 1,23 mg/l a celkový fosfor, který měl hodnotu 0,43 mg/l byly zařazeny do třídy kvality vody IV. Dusičnanový dusík, kde byla zjištěná hodnota 7,38 mg/l a rozpuštěný kyslík s hodnotou 6,97 mg/l byly zařazeny do III. třídy kvality vody. Dusitanový dusík s hodnotou 0,05 mg/l a rozpuštěné látky s hodnotou 414,60 mg/l byly zařazeny do třídy kvality vody II. Konduktivita s hodnotou 64,65 mS/m byla taktéž zařazena do II. třídy kvality vody. **Výsledná klasifikace tohoto odběrového místa vyšla na V. třídu kvality vody.** Jedná se tudíž o velmi znečištěný vodní tok.

**Tabulka 10:** Tabulka klasifikace kvality vody dle ČSN 75 7221 pro odběrové místo pramen Frýdeckého potoka

Odběrové místo 1 - pramen Frýdeckého potoka (sledované období 2019-2020)								
ukazatel kvality vody		počet stanovení celkem	počet hodnot pod mezí stanovit.	aritmet. průměr	medián	char. hodnota C <sub>90</sub>	třída kvality vody	klasifikace
BSK <sub>5</sub>	mg/l	12	0	12.45	11.16	20.19	V	V
CHSK <sub>Cr</sub>	mg/l	12	0	37.39	23.60	67.90	V	
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	12	0	4.34	3.50	7.38	III	
N-NH <sub>4</sub> <sup>-</sup>	mg/l	12	0	0.83	0.80	1.23	IV	
N-NO <sub>2</sub>	mg/l	12	0	0.02	0.01	0.05	II	
P <sub>celk.</sub>	mg/l	12	0	0.27	0.29	0.43	IV	
O <sub>2</sub>	mg/l	12	0	8.08	8.24	6.97	III	
RL	mg/l	12	0	299.92	359.00	414.60	II	
NL	mg/l	12	0	98.92	27.50	295.20	V	
konduktivita	mS/m	12	0	47.19	42.35	64.65	II	

### 9.2.2 Třída jakosti vody odběrového bodu u mostu

Podle tabulky č. 11 odběrového **místa u mostu** bylo zjištěno, že podle ČSN 75 7221 třídy kvality vody biologická spotřeba kyslíku s hodnotou 209,18 mg/l a chemická spotřeba kyslíku s hodnotou 328,49 mg/l, je klasifikována do třídy kvality vody V. Taktéž nerozpustěné látky byly klasifikovány s hodnotou 332,00 mg/l do V. třídy kvality vody. Amoniakální dusík s hodnotou 4,61 mg/l a celkový fosfor s hodnotou 1,02 mg/l byli klasifikováni do V. třídy kvality vody. Dusičnanový dusík se zjištěnou hodnotou 6,46 mg/l a rozpuštěné látky, kde byla zjištěna hodnota 561,92 mg/l se klasifikovaly do třídy kvality vody III. Ostatní parametry rozpuštěný kyslík s hodnotou 8,07 mg/l a konduktivita s hodnotou 49,60 mS/m byli klasifikováni do třídy kvality vody II. Taktéž dusitanový dusík s hodnotou 0,09 mg/l byl klasifikovaný do třídy kvality vody II. Podle těchto parametrů následně byla stanovena celková klasifikace tohoto odběrového místa. Celková klasifikace tudíž je V, což znamená velmi znečištěný vodní tok.

**Tabulka 11:** Tabulka klasifikace kvality vody dle ČSN 75 7221 pro odběrové místo u mostu

Odběrové místo 2 - u mostu (sledované období 2019-2020)								
ukazatel kvality vody		počet stanovení celkem	počet hodnot pod mezí stanovitel.	aritmet. průměr	medián	char. hodnota C <sub>90</sub>	třída kvality vody	klasifikace
BSK <sub>5</sub>	mg/l	12	0	79.54	21.01	209.18	V	V
CHSK <sub>Cr</sub>	mg/l	12	0	131.89	46.24	328.49	V	
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	12	0	4.17	3.72	6.46	III	
N-NH <sub>4</sub> <sup>-</sup>	mg/l	12	0	2.08	1.18	4.61	V	
N-NO <sub>2</sub>	mg/l	12	0	0.70	0.06	0.09	II	
P <sub>celk.</sub>	mg/l	12	0	0.54	0.37	1.02	V	
O <sub>2</sub>	mg/l	12	0	9.13	8.75	8.07	II	
RL	mg/l	12	0	384.17	342.60	561.92	III	
NL	mg/l	12	0	89.00	20.00	332.00	V	
konduktivita	mS/m	12	0	49.08	45.50	49.60	II	

### 9.2.3 Třída jakosti vody odběrového bodu u pole

Dle tabulky č. 12 odběrového **místa u pole** bylo zjištěno, že podle ČSN 75 7221 třídy kvality vody biologická spotřeba kyslíku s hodnotou 104,08 mg/l, chemická spotřeba kyslíku s hodnotou 68,73 mg/l, amoniakální dusík s hodnotou 4,60 mg/l, celkový fosfor s hodnotou 0,76 mg/l a nerozpuštěné látky s hodnotou 156,00 mg/l, byly klasifikovány do třídy kvality vody V. Dusitanový dusík, kde byla zjištěna hodnota 6,73 mg/l, byl klasifikovaný do třídy kvality vody III. Ostatní parametry jako dusitanový dusík s hodnotou 0,09 mg/l, rozpuštěný kyslík s hodnotou 8,20 mg/l, rozpuštěné látky s hodnotou 416,96 mg/l a konduktivita s hodnotou 48,32 mS/m byli klasifikováni do třídy kvality vody II. Celkově odběrové místo u pole bylo díky klasifikace jednotlivých parametrů klasifikováno do třídy kvality vody V, tudíž se jedná o velmi znečištěný vodní tok.

**Tabulka 12:** Tabulka klasifikace kvality vody dle ČSN 75 7221 pro odběrové místo u pole

Odběrové místo 3 - u pole (sledované období 2019-2020)								
ukazatel kvality vody		počet stanovení celkem	počet hodnot pod mezí stanovit.	aritmet. průměr	medián	char. hodnota C <sub>90</sub>	třída kvality vody	klasifikace
BSK <sub>5</sub>	mg/l	12	0	37.19	25.10	104.08	V	V
CHSK <sub>Cr</sub>	mg/l	12	0	52.01	51.33	68.73	V	
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	12	0	5.16	4.77	6.37	III	
N-NH <sub>4</sub> <sup>-</sup>	mg/l	12	0	2.08	1.40	4.60	V	
N-NO2	mg/l	12	0	0.06	0.07	0.09	II	
P <sub>celk.</sub>	mg/l	12	0	0.43	0.39	0.76	V	
O <sub>2</sub>	mg/l	12	0	9.32	8.55	8.20	II	
RL	mg/l	12	0	355.50	350.50	416.96	II	
NL	mg/l	12	0	51.83	16.00	156.00	V	
konduktivita	mS/m	12	0	46.73	46.15	48.32	II	

### 9.2.4 Třída jakosti vody odběrového místa ústí Frýdeckého potoka

Biologická spotřeba kyslíku byla na základě charakteristické hodnoty  $C_{90}$  61,22 mg/l u odběrového místa ústí Frýdeckého potoka klasifikována do třídy kvality vody V. Chemická spotřeba kyslíku s hodnotou 85,16 mg/l, amoniakální dusík s hodnotou 2,38 mg/l, rozpuštěný kyslík s hodnotou 0,99 mg/l a nerozpuštěné látky s hodnotou 128,72 mg/l byli klasifikováni rovněž do třídy kvality vody V. Dusičnanový dusík, dle zjištěné hodnoty 5,75 mg/l byl klasifikovaný do třídy kvality vody III. Ostatní parametry dusitanový dusík s hodnotou 0,08 mg/l, rozpuštěný kyslík s hodnotou 8,11 mg/l, rozpuštěné látky s hodnotou 487,52 mg/l a konduktivita s hodnotou 48,51 mS/m byli klasifikováni do třídy kvality vody II. Podle výsledků třídy kvality vody daných parametrů byla přidělena klasifikace V pro odběrné místo ústí Frýdeckého potoka viz. tabulka č. 13.

**Tabulka 13:** Tabulka klasifikace kvality vody dle ČSN 75 7221 pro odběrové místo ústí Frýdeckého potoka

Odběrové místo 4 - ústí Frýdeckého potoka (sledované období 2019-2020)								
ukazatel kvality vody		počet stanovení celkem	počet hodnot pod mezi stanovitel.	aritmet. průměr	medián	char. hodnota C <sub>90</sub>	třída kvality vody	klasifikace
BSK <sub>5</sub>	mg/l	12	0	35.18	21.73	61.22	V	V
CHSK <sub>Cr</sub>	mg/l	12	0	55.35	37.50	85.16	V	
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	12	0	3.75	3.50	5.75	III	
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	12	0	1.63	1.27	2.38	V	
N-NO2	mg/l	12	0	0.05	0.06	0.08	II	
P <sub>celk.</sub>	mg/l	12	0	0.58	0.50	0.99	V	
O <sub>2</sub>	mg/l	12	0	9.15	8.99	8.11	II	
RL	mg/l	12	0	343.92	363.00	487.52	II	
NL	mg/l	12	0	73.67	54.50	128.72	V	
konduktivita	mS/m	12	0	45.48	46.10	48.51	II	



### 9.2.5 Třída jakosti vody odběrového místa Venclůvka

Dle tabulky č. 14 bylo zjištěno, že biologická spotřeba kyslíku s hodnotou 40,66 mg/l, chemická spotřeba kyslíku s hodnotou 214,00 mg/l, amoniakální dusík s hodnotou 2,40 mg/l a nerozpuštěné látky s hodnotou 109,32 mg/l patří do třídy kvality vody V. Fosfor celkový, kde byla zjištěna hodnota 0,53 mg/l, byl přiřazen do třídy kvality vody IV. Dusičnanový dusík s hodnotou 5,60 mg/l byl klasifikován do třídy kvality vody III. Ostatní parametry dusitanový dusík s hodnotou 0,08 mg/l, rozpuštěný kyslík s hodnotou 8,24 mg/l, rozpuštěné látky s hodnotou 459,04 mg/l a konduktivita s hodnotou 48,37 mS/m byli klasifikováni do třídy kvality vody II. Podle klasifikace těchto parametrů byla stanovena konečná klasifikace třídy kvality vody pro odběrové místo Venclůvka do třídy kvality vody V, což je silně znečištěný vodní tok.

**Tabulka 14:** Tabulka klasifikace kvality vody dle ČSN 75 7221 pro odběrové místo Venclůvka

Odběrové místo 5 - Venclůvka (sledované období 2019-2020)								
ukazatel kvality vody		počet stanovení celkem	počet hodnot pod mezí stanovit.	aritmet. průměr	medián	char. hodnota C <sub>90</sub>	třída kvality vody	klasifikace
BSK <sub>5</sub>	mg/l	12	0	22.34	22.69	40.66	V	V
CHSK <sub>Cr</sub>	mg/l	12	0	80.26	35.00	214.00	V	
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	12	0	3.04	2.51	5.60	III	
N-NH <sub>4</sub> <sup>-</sup>	mg/l	12	0	1.49	1.48	2.40	V	
N-NO2	mg/l	12	0	0.05	0.06	0.08	II	
P <sub>celk.</sub>	mg/l	12	0	0.35	0.29	0.53	IV	
O <sub>2</sub>	mg/l	12	0	9.50	9.19	8.24	II	
RL	mg/l	12	0	316.50	343.00	459.04	II	
NL	mg/l	12	0	59.83	38.00	109.32	V	
konduktivita	mS/m	12	0	44.53	45.85	48.37	II	

## 10 ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo zhodnotit kvalitu Frýdeckého potoka na základně vybraných parametrů. Sledování kvality tohoto vodního toku bylo prováděno od listopadu 2019 do září 2020. V teoretické části byly popsány jednotlivé fyzikálně-chemické ukazatele, které byly vyhodnocovány. Součástí byl i popis jednotlivé legislativy, která se vztahuje k vybraným parametrům. V praktické části bylo popsáno zájmové území se všemi přírodními poměry, které se k dané oblasti vážou. Taktéž byla popsána jednotlivá odběrová místa.

Na Frýdeckém potoku bylo určeno celkem 5 odběrových míst, které byly vybírány podle předpokladu, že na těchto místech může docházet k znečišťování tohoto vodního toku. Každý měsíc byla na těchto 5-ti místech odebrán vzorek, přímo v terénu byla změřena teplota vody. Po následném transportu do laboratoře Katedry environmentálního inženýrství byly stanoveny ostatní parametry. Sledovanými parametry byly: konduktivita, pH, dusičnanový dusík, dusitanový dusík, amoniakální dusík, celkový fosfor, orthofosforečnany, rozpuštěné látky, nerozpuštěné látky, biologická spotřeba kyslíku a chemická spotřeba kyslíku. Získané výsledky byly vyhodnoceny na základně ČSN 75 7221 a nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

Podle nařízení vlády č. 401/2015 Sb. byla roční průměrná přípustná hodnota překročena u některých parametrů na odběrových místech. Zatímco průměrná přípustná hodnota u chemické spotřeby kyslíku, biologické spotřeby kyslíku, nerozpuštěných látek, amoniakálního dusíku, celkového fosforu byla na všech odběrových místech překročena průměrná. U všech ostatních parametrů odběrová místa splňují toto nařízení vlády, až na odběrové místo pramen Frýdeckého potoka, kde u rozpuštěného kyslíku podle Nařízení vlády 401/2015 Sb. musí být roční přípustná hodnota větší než 9 mg/l, bohužel toto odběrové místo mělo pouhých 8,08 mg/l tudíž nedosahuje hodnot, které stanovilo toto nařízení vlády. Podle výsledků bylo zjištěno, že tento vodní tok **není vhodný** pro koupání a vodárenské účely.

Dle normy ČSN 75 7221 byly všechny odběrová místa klasifikovány do **třídy V**. Jedná se o nejhorší třídu dle této normy. Všechny odběrová místa, měla určité parametry, které se řadily do lepších tříd kvality vod, ale bohužel většina parametrů, mělo třídu kvality

vod V. Ani jedno odběrové místo nemělo třídu kvality vody I! U odběrového místa pramen Frýdeckého potoka byla biologická spotřeba kyslíku, chemická spotřeba kyslíku a nerozpuštěné látky zařazené do třídy kvality vod V. Nejnižší třídu II měla konduktivita, rozpuštěné látky a dusitanový dusík. Odběrové místo u mostu mělo biologickou spotřebu kyslíku, chemickou spotřebu kyslíku, amoniakální dusík, celkový fosfor a nerozpuštěné látky ve třídě kvality vod V. Mezi nejlépe klasifikované parametry na tomto odběrovém místě patří dusitanový dusík, rozpuštěný kyslík a konduktivita. Tyto parametry se zařadily do třídy kvality vod II. U odběrového místa u pole byly hodnoty biologické spotřeby kyslíku, chemické spotřeby kyslíku, amoniakálního dusíku, celkového fosforu a nerozpuštěných látek zařazené do třídy kvality vod V. Nejlépe klasifikován byl dusitanový dusík, rozpuštěný kyslík, rozpuštěné látky a konduktivita. Tyto parametry měly třídu kvality vody II. Odběrové místo ústí Frýdeckého potoka má stejné nejhůře klasifikovány parametry jako odběrové místo u mostu a u pole. Nejlépe byl klasifikován na tomto odběrovém místě dusitanový dusík, rozpuštěný kyslík, rozpuštěné látky a konduktivita. Poslední odběrové místo Venclovka mělo nejhůře klasifikovány parametry biologické spotřeby kyslíku, chemické spotřeby kyslíku, amoniakální dusík a nerozpuštěné látky. Nejlépe zde dopadl dusitanový dusík, rozpuštěný kyslík, rozpuštěné látky a konduktivita. Tyto parametry se řadí do třídy kvality vody II.

Podle zjištěných hodnot a následného zhodnocení bylo zjištěno, že Frýdecký potok, není vůbec vhodný pro koupání ani vodárenské využití. Všechny odběrová místa se řadila do klasifikace dle ČSN 75 7221 do třídy V! Tento stav je pravděpodobně způsoben znečišťováním vody z obydlí v blízkosti Frýdeckého potoka. Taktéž v oblasti, kde byly odebírány vzorky dochází k zemědělské činnosti, kvůli které se mohou zvyšovat hodnoty dusíku a fosforu. Rovněž se v oblasti nachází podnik pro skladování a převážení lodních kontejnerů. Tento podnik může taktéž způsobovat znečištění a následné zvyšovat hodnoty sledovaných parametrů. Jak již bylo zmíněno odběrová místa byla vybrána na základě předpokladu, že na daných místech může docházet k znečišťování Frýdeckého potoka a ukázalo se, že tento předpoklad byl správný.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Úvodní slovo – Čistá voda znamená život, zdraví, potraviny, volný čas, energii... Evropská agentura pro životní prostředí (EEA) [online]. Kodaň: EEA Web Team, 2018 [cit. 2021-02-23]. Dostupné z: <https://www.eea.europa.eu/cs/signaly/signaly-2018/clanky/uvodni-slovo-2013-cista-voda>
- [2] PITTER, Pavel. Hydrochemie. 5. aktualizované a doplněné vydání. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2015. ISBN 978-80-7080-928-0.
- [3] BINDZAR, Jan. *Základy úpravy a čištění vod*. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2009. ISBN 978-80-7080-729-3.
- [4] KVĚT, Radan. *Minerální vody České republiky: vznik, historie a současný stav*. Třebíč: Akcent, 2011. ISBN 978-80-7268-862-3.
- [5] DOHÁNYOI, Michal. Čištění odpadních vod. Praha: Vydavatelství VŠCHT 2011. ISBN 978-80-7080-316-5.
- [6] ŠVEHLA, Pavel, Pavel TLUSTOŠ a Jiří BALÍK. *Odpadní vody*. Vyd. 2., přeprac. V Praze: Česká zemědělská univerzita, katedra agrochemie a výživy rostlin, 2007. ISBN 978-80-213-1716-1.
- [7] BOWEN, Richard, 1982 The Hydrologic Cycle. In: Surface Water. Springer, Boston, MA. [https://doi.org/10.1007/978-1-4613-3918-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-1-4613-3918-2_2)
- [8] SULLIVAN, Patrick J., Franklin J. AGARDY a James J.J. CLARK. Water Pollution. The Environmental Science of Drinking Water [online]. Elsevier, 2005, 29-87 [cit. 2021-02-15]. ISBN 9780750678766. Dostupné z: doi:10.1016/B978-075067876-6/50005
- [9] Gupta, Asha. 2016. WATER POLLUTION-SOURCES, EFFECTS AND CONTROL. Pointer Publishers Jaipur. ISBN 978-8122418392
- [10] WALKER, D.B., D.J. BAUMGARTNER, C.P. GERBA a K. FITZSIMMONS. Surface Water Pollution. Environmental and Pollution Science [online]. Elsevier, 2019, 261-292 [cit. 2021-02-15]. DOI: 10.1016/B978-0-12-814719-1.00, ISBN 9780128147191. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/book/9780128147191/environmental-and-pollution-science>
- [11] PROVAZNÍK, Kamil, ed. *Eutrofizace a zdraví*. Praha: Fortuna, [2004]. Místní orgány samosprávy, zdraví a životního prostředí. ISBN 80-7071-229-5.

- [12] HUPFER, Michael. a Sabine. HILT. Lake Restoration. Encyclopedia of Ecology [online]. Elsevier, 2008, 2080-2093 [cit. 2021-02-15]. DOI: 10.1016/B978-008045405-4.00061-6 ISBN 9780080454054. Dostupné z [https://www.researchgate.net/publication/285334590\\_Lake\\_Restoration](https://www.researchgate.net/publication/285334590_Lake_Restoration)
- [13] CHISLOCK, M. F., Doster, E., Zitomer, R. A. & Wilson, A. E. (2013) Eutrophication: Causes, 2013 (Online) Dostupné z: <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/eutrophication-causes-consequences-and-controls-in-aquatic-102364466/>
- [14] GRØNTVED, Julius. Phytoplankton studies. København: Bianco Luno, 1951.
- [15] KELLER, Wenden., YAN Norman.D., GUNN, John.Maxwell., Heneberry, J. (2007): Recovery of Acidified Lakes: Lessons From Sudbury, Ontario, Canada. Water, Air, Soil Pollut.: Focus 7, Springer Science + Business Media B.V., Canada: 317–322. dostupné z: DOI: 10.1007/s11267-006-9061-2
- [16] HLAVÍNEK, Petr a Jaromír ŘÍHA. Jakost vody v povodí. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. ISBN 80-214-2815-5.
- [17] VTEI. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace [online]. 2014 [cit. 23.02.2021]. Dostupné z: <https://www.vtei.cz/2017/12/klasifikace-kvality-povrchovych-vod/>
- [18] ČSN 75 7221 Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod. Český normalizační institut. Praha, 1998.
- [19] Zákon č. 254/2001 Sb. – o vodách (vodní zákon) a související předpisy, v platném znění.
- [20] Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, v platném znění.
- [21] Základní informace o nitrátové směrnici. Nitrat.cz [online]. 2017 [cit. 2021-02-25]. Dostupné z: <http://www.nitrat.cz/zakladni-informace-o-nitratove-smernici.html>
- [22] HRABÁNKOVÁ, Anna. et. al. Revize zranitelných oblastí pro nitrátovou směrnici. Návrh revidovaného vymezení zranitelných oblastí podle nařízení vlády č. 103/2003 Sb. Závěrečná zpráva úkolu č. 3733. Praha: VÚV TGM, 2007.

- [23] Nařízení vlády č. 103/2003, ze dne 3. března 2003, o stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření v těchto oblastech.
- [24] *Stručně o vodě v České republice*. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2020. ISBN 978-80-7434-555-5.
- [25] LAKE, Sam. Drought and aquatic ecosystems. Effects and responses. Chichester, UK: Wiley-Blackwell, 2011, 381 p.
- [26] Anonym. Příprava realizace opatření pro zmírnění negativních dopadů sucha a nedostatku vody. 2015. [cit. 26.02.2021]. Dostupné z: <http://eagri.cz>
- [27] Hodnocení rizika vysychání drobných vodních toků v České republice | VTEI. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace* [online]. Copyright © [cit. 26.02.2021]. Dostupné z: <https://www.vtei.cz/2015/12/hodnoceni-rizika-vysychani-drobnych-vodnich-toku-v-ceske-republice/>
- [28] BULÍČEK, Jan., a et.al, Voda v zemědělství. vyd. 1, Praha, státní zemědělské nakladatelství, 1977, 291s.
- [29] Swenson, H. A, & Baldwin, H. Louise. (1965). *A primer on water quality*. Washington: U.S. Dept. of the Interior, Geological Survey.
- [30] HARTMAN, Pavel, Ivo PŘIKRYL a Eduard ŠTĚDRONSKÝ. Hydrobiologie. 3., přeprac. vyd. Praha: Informatorium, 2005. ISBN 80-7333-046-6.
- [31] HORÁKOVÁ, Marta. Analytika vody. Vyd. 2., opr. a rozš. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2003. ISBN 80-7080-520-x.
- [32] Water Temperature - Environmental Measurement Systems. Fondriest Environmental, Inc. [online]. Copyright © 2021 Fondriest Environmental, Inc. [cit. 23.02.2021]. Dostupné z: <https://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/water-temperature/>
- [33] Celkový fosfor | irz.cenia.cz. 2019, [online]. Dostupné z: <https://irz.cz/node/124>
- [34] Water Research Center - Phosphates. Water Research Center - Pennsylvania Well Water Testing Private Wellowners Drinking Water Pennsylvania Ground Water Education Program [online]. Copyright © 2014 [cit. 23.02.2021]. Dostupné z: <https://www.water-research.net/index.php/phosphates>
- [35] LI, Daoliang, Xianbao XU, Zhen LI, Tan WANG a Cong WANG. Detection methods of ammonia nitrogen in water: A review. *TrAC Trends in Analytical*

- Chemistry* [online]. 2020, **127** [cit. 2021-02-23]. DOI: 10.1016/j.trac.2020.115890. ISSN 01659936. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.trac.2020.115890>
- [36] What is Biological Oxygen Demand (BOD)? | WWD. Water and Wastewater News | WWD [online]. Copyright ©2021 Scranton Gillette Communications. All Rights Reserved [cit. 23.02.2021]. Dostupné z: <https://www.wwdmag.com/instrumentation-dissolved-oxygen/what-biological-oxygen-demand-bod>
- [37] KHAN, Sarzamin a Jawad ALI. Chemical analysis of air and water. *Bioassays* [online]. Elsevier, 2018, 21-39 [cit. 2021-02-23]. DOI: 10.1016/B978-0-12-811861-0.00002-4. ISBN 9780128118610. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811861-0.00002-4>
- [38] MALÝ, Josef a Jitka MALÁ. Chemie a technologie vody. Brno: NOEL 2000, 1996. ISBN 80-86020-13-4.
- [39] DEMEK, Jaromír a Peter MACKOVČIN, ed. Zeměpisný lexikon ČR. Vyd. 2. Brno: AOPK ČR, 2006. ISBN 80-86064-99-9.
- [40] FAJKUS, Aleš. *Stav a příčiny eutrofizace Žermanické přehrady (2016-2018)* [online]. Ostrava, 2019 [cit. 2021-02-27]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10084/137282>. Bakalářská práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava.
- [41] Šenov | Správci vodních toků. *EDPP.CZ | Elektronický digitální povodňový portál* [online]. Copyright © 2010 [cit. 27.02.2021]. Dostupné z: [https://www.edpp.cz/seno\\_spravci-vodnich-toku/](https://www.edpp.cz/seno_spravci-vodnich-toku/)
- [42] Šenov | Hydrologické údaje. *EDPP.CZ | Elektronický digitální povodňový portál* [online]. Copyright © 2010 [cit. 27.02.2021]. Dostupné z: [https://www.edpp.cz/seno\\_hydrologicke-udaje/](https://www.edpp.cz/seno_hydrologicke-udaje/)
- [43] TOLASZ, Radim a Helena BAŠTÝŘOVÁ. Atlas podnebí Česka. 1. vyd. Praha: Český hydrometeorologický ústav; Olomouc, 2007. ISBN 978-80-86690-26-1
- [44] Druhy vod podle kvality a požadavky na kvalitu vody - ESTAV.cz. *ESTAV.cz - Architektura. Stavba. Bydlení.* [online]. Copyright © 2019 [cit. 08.02.2021]. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/5941.druhy-vod-podle-kvality-a-pozadavky-na-kvalitu-vody>

- [45] Water Pollution Facts, Types, Causes and Effects of Water Pollution | NRDC. *NRDC* [online]. Copyright © Natural Resources Defense Council 2021 [cit. 24.02.2021]. Dostupné z: <https://www.nrdc.org/stories/water-pollution-everything-you-need-know>
- [46] Mrkva Milan, Mayer, Viktor. Vlastnosti a analýza vod. Ostrava: VŠ báňská, hornickogeologická fakulta, 1981
- [47] OKD | Důlní vody. [online]. Copyright © 2012 OKD, a. s. [cit. 23.03.2021]. Dostupné z: <https://www.okd.cz/cs/zivotni-prostredi/dulni-vody>
- [48] Balastní vody. *Čistička odpadních vod | výhodné ČOV čistírny ceny informace* [online]. © 2015 [cit. 23.03.2021] Dostupné z: <http://www.cistickaodpadnichvod.cz/slovník/balastni-vody>
- [49] DURAS, J. a MARCEL, M. Rybníky v povodí nádrže Hracholusky – poznatky ze screeningu. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, 2020, roč. 62, č. 1, 38–44. ISSN 0322-891
- [50] POTUŽÁK, J., DURAS, J., FAINA, R. a FIŠER, J. Vliv rybníků na kvalitu vody VN Jordán v Táboře. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, 2019, roč. 61, č. 1, str. 22–25. ISSN 0322
- [51] K. C. van Dijk, J. P. Lesschen und O. Oene-ma, „Phosphorus flows and balances of the Europe-an Union Member States,“ *Science of the Total Envi-ronment*, Volume 542, Part B, 1078-1093, 2016.
- [52] Tölgyessy, J., Piatrik, M.: *Technológia vody, ovzdušia a tuhých odpadov*. 1. vyd. Bratislava: STU, 1994. 283 s. ISBN 80-227-0619-1.
- [53] ČSN 75 7346: 2002. *Jakost vod – Stanovení rozpuštěných látek*. Praha: Český normalizační institut, 2002. 12 s.
- [54] ČSN EN 872: 2005. *Jakost vod – Stanovení nerozpuštěných látek – Metoda filtrace filtrem ze skleněných vláken*. Praha: Český normalizační institut, 2005. 12 s.



## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Schéma koloběhu vody ( NASA.gov © 2021).....	13
Obrázek 2: Mapa ČR obsahu dusičnanů v povrchových vodách (Klimatická změna © 2021).....	17
Obrázek 3: Mapa ČR obsahu rozpuštěného fosforu v povrchových vodách (Klimatická změna © 2021).....	17
Obrázek 4: Mapa zranitelných oblastí podle nařízení vlády č. 262/2012 Sb. (VUV TGM © 2009-2021).....	28
Obrázek 5: Mapa geologických poměrů (Národní geoportál INSPIRE, ©2010-2021).....	39
Obrázek 6: Mapa pedologických poměrů (Národní geoportál INSPIRE, ©2010-2021).....	40
Obrázek 7: Mapa klimatických regionů ČR (Klimatické regiony ČR 2004-2014).....	42
Obrázek 8: Mapa vybraných odběrových míst (Mapy seznam © b.r).....	43
Obrázek 9: Odběrové místo 1 – pramen (Fajkus, 2019).....	44
Obrázek 10: Odběrové místo 2 – u mostu (Fajkus, 2019).....	44
Obrázek 11: Odběrové místo 3 – u pole (Fajkus, 2019; Kubacková, 2020).....	45
Obrázek 12: Odběrové místo 4 – Venclovka (Fajkus, 2019) .....	45
Obrázek 13: Odběrové místo 5 – ústí Frýdeckého potoka (Fajkus, 2021) .....	46

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Využitelnost vody podle jednotlivých tříd (ČSN 75 7221 Kvalita vod – Klasifikace kvality povrchových vod).....	20
Tabulka 2: Fyzikální a chemické ukazatele s limitními hodnotami jednotlivých tříd (ČSN 75 7221 Kvalita vod – Klasifikace kvality povrchových vod) .....	21
Tabulka 3: Ukazatele organických látek s limitními hodnotami podle tříd kvality vody (ČSN 75 7221 Kvalita vod – Klasifikace kvality povrchových vod).....	22

Tabulka 4: Ukazatelé kovů a polokovů s limity tříd kvality vody (ČSN 75 7221 Kvalita vod – Klasifikace kvality povrchových vod) .....	23
Tabulka 5: Mikrobiologické a biologické ukazatele s limity tříd kvality vod (ČSN 75 7221 Kvalita vod – Klasifikace kvality povrchových vod).....	24
Tabulka 6: Radiologické ukazatele s limitami tříd kvality vod (ČSN 75 7221 Kvalita vod – Klasifikace kvality povrchových vod) .....	25
Tabulka 7: Ukazatele obsažené v NV 401/2015 Sb. (NV 401/2015 Sb.).....	26
Tabulka 8: Geomorfologické poměry (Demek 2006).....	38
Tabulka 9: Tabulka klimatické oblasti MT10 (Tolasz 2007). ....	42
Tabulka 10: Tabulka klasifikace kvality vody dle ČSN 75 7221 pro odběrové místo pramen Frýdeckého potoka.....	61
Tabulka 11: Tabulka klasifikace kvality vody dle ČSN 75 7221 pro odběrové místo u mostu.....	62
Tabulka 12: Tabulka klasifikace kvality vody dle ČSN 75 7221 pro odběrové místo u pole .....	63
Tabulka 13: Tabulka klasifikace kvality vody dle ČSN 75 7221 pro odběrové místo ústí Frýdeckého potoka.....	64
Tabulka 14: Tabulka klasifikace kvality vody dle ČSN 75 7221 pro odběrové místo Venckůvka .....	65

## SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Vývoj teploty vody ve sledovaných profilech Frýdeckého potoka v období od listopadu 2019 do září 2020.....	49
Graf 2: Vývoj pH vody ve sledovaných profilech Frýdeckého potoka v období od listopadu 2019 do září 2020.....	50
Graf 3: Vývoj chemické spotřeby kyslíku ve sledovaných profilech Frýdeckého potoka v období od listopadu 2019 do září 2020.....	51

Graf 4: Vývoj rozpuštěného kyslíku ve sledovaných profilech Frýdeckého potoka v období od listopadu 2019 do září 2020.....	52
Graf 5: Vývoj biologické spotřeby kyslíku ve sledovaných profilech Frýdeckého potoka v období od listopadu 2019 do září 2020.....	53
Graf 6: Vývoj rozpuštěných látek ve sledovaných profilech Frýdeckého potoka v období od listopadu 2019 do září 2020.....	54
Graf 7: Vývoj nerozpuštěných látek ve sledovaných profilech Frýdeckého potoka v období od listopadu 2019 do září 2020.....	55
Graf 8: Vývoj dusičnanového dusíku ve sledovaných profilech Frýdeckého potoka v období od listopadu 2019 do září 2020.....	56
Graf 9: Vývoj amoniakálního dusíku ve sledovaných profilech Frýdeckého potoka v období od listopadu 2019 do září 2020.....	57
Graf 10: Vývoj celkového fosforu ve sledovaných profilech Frýdeckého potoka v období od listopadu 2019 do září 2020.....	58
Graf 11: Vývoj orthofosforečnanů ve sledovaných profilech Frýdeckého potoka v období od listopadu 2019 do září 2020.....	59
Graf 12: Vývoj konduktivity ve sledovaných profilech Frýdeckého potoka v období od listopadu 2019 do září 2020.....	60

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Odběrové místo pramen Frýdeckého potoka .....	1
Příloha 2: Odběrové místo u mostu .....	2
Příloha 3: Odběrové místo u pole .....	3
Příloha 4: Odběrové místo ústí Frýdeckého potoka.....	4
Příloha 5: Odběrové místo Venclůvka.....	5

## PŘÍLOHA 1

Příloha 1: Odběrové místo pramen Frýdeckého potoka

datum	teplota	pH	vodivost	O <sub>2</sub>	CHSK <sub>Cr</sub>	NL <sub>105</sub>	RL <sub>105</sub>	VL <sub>105</sub>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>2-</sup>	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P <sub>celk</sub>	BSK <sub>5</sub>
	°C	-	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
20.11.2019	9.2	5.70	40.50	9.59	14.22	12.00	386.00	398.00	0.20	0.05	0.01	0.003	0.59	0.46	0.44	0.14	3.14
13.12.2019	4.6	5.57	42.10	7.64	14.10	282.00	400.00	682.00	19.40	4.38	0.01	0.003	0.77	0.60	0.46	0.13	2.00
24.1.2020	3.2	6.42	42.40	8.29	15.00	14.00	398.00	412.00	16.10	3.64	<0,01	<0,003	0.63	0.49	0.10	0.09	8.05
21.2.2020	4.8	6.46	42.20	8.19	15.64	18.00	185.00	203.00	15.85	3.58	0.10	0.03	0.75	0.58	0.24	0.12	10.12
3.3.2020	7.9	6.42	42.50	8.34	16.42	25.00	200.00	225.00	15.42	3.48	0.15	0.05	0.84	0.65	0.48	0.24	15.36
1.4.2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.5.2020	13.9	6.31	42.10	8.56	35.18	50.00	85.00	135.00	12.95	2.93	0.02	0.006	1.02	0.79	0.65	0.32	20.16
15.5.2020	14.3	6.34	42.30	8.84	48.02	648.00	70.00	718.00	13.00	2.94	0.03	0.009	1.23	0.96	0.76	0.33	22.69
26.6.2020	17.2	6.32	35.90	8.42	51.95	62.00	414.00	476.00	11.20	2.53	0.16	0.049	1.57	1.22	0.40	0.26	15.68
27.7.2020	18.2	7.04	63.80	8.02	67.00	30.00	332.00	362.00	11.30	2.55	0.03	0.009	1.88	1.46	1.08	0.44	19.59
13.8.2020	18.9	7.39	74.40	6.57	124.00	2.00	500.00	502.00	52.90	11.95	0.01	0.003	1.43	1.11	1.11	0.43	10.47
25.9.2020	14.8	7.43	49.60	7.47	22.00	10.00	404.00	414.00	32.50	7.34	0.03	0.009	1.07	0.83	0.87	0.34	11.85
9.10.2020	14.0	7.40	48.50	7.00	25.20	34.00	225.00	259.00	29.82	6.74	0.14	0.043	1.04	0.81	1.15	0.43	10.28

**PŘÍLOHA 2****Příloha 2: Odběrové místo u mostu**

datum	teplota	pH	vodivost	O <sub>2</sub>	CHSK <sub>Cr</sub>	NL <sub>105</sub>	RL <sub>105</sub>	VL <sub>105</sub>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>2-</sup>	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P <sub>celk</sub>	BSK <sub>5</sub>
	°C	-	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
20.11.2019	8.9	7.62	47.80	9.64	28.76	14.00	336.00	350.00	13.70	3.09	0.11	0.033	1.31	1.02	2.28	0.20	9.97
13.12.2019	4.1	7.12	46.50	10.78	13.01	12.00	308.00	320.00	34.60	7.82	0.15	0.046	0.96	0.75	3.12	1.02	2.82
24.1.2020	2.8	7.46	44.20	12.06	15.00	16.00	356.00	372.00	19.20	4.34	0.12	0.037	0.73	0.57	1.04	0.24	18.02
21.2.2020	4.4	7.35	46.40	9.56	35.48	20.00	345.00	365.00	15.10	3.41	0.18	0.055	1.21	0.94	2.52	0.96	20.42
3.3.2020	7.5	7.15	45.80	8.89	60.25	18.00	310.00	328.00	28.20	6.37	0.28	0.085	3.12	2.42	2.85	1.15	21.56
1.4.2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.5.2020	13.5	7.00	45.20	8.86	321.17	320.00	360.00	680.00	13.85	3.13	0.42	0.128	5.84	4.53	1.64	0.87	200.00
15.5.2020	15.2	6.93	45.10	8.43	353.93	414.00	560.00	974.00	14.10	3.19	0.30	0.091	6.27	4.87	0.62	0.22	226.00
26.6.2020	16.9	5.88	35.20	8.01	328.08	20.00	528.00	548.00	10.10	2.28	0.18	0.055	4.27	3.32	1.06	0.03	199.71
27.7.2020	17.7	7.08	49.50	8.07	57.00	24.00	226.00	250.00	21.30	4.81	0.19	0.058	1.62	1.26	0.98	0.37	0.64
13.8.2020	18.1	7.36	101.50	8.07	305.00	10.00	616.00	626.00	18.50	4.18	0.27	0.082	4.28	3.32	3.66	0.22	208.66
25.9.2020	15.3	7.66	39.80	8.64	30.00	120.00	340.00	460.00	16.70	3.77	0.24	0.073	1.43	1.11	2.52	0.37	26.21
9.10.2020	13.6	7.56	42.00	8.56	35.00	80.00	325.00	405.00	16.20	3.66	0.22	0.067	1.15	0.89	2.33	0.83	20.46

## PŘÍLOHA 3

Příloha 3: Odběrové místo u pole

datum	teplota	pH	vodivost	O <sub>2</sub>	CHSK <sub>Cr</sub>	NL <sub>105</sub>	RL <sub>105</sub>	VL <sub>105</sub>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>2-</sup>	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P <sub>celk</sub>	BSK <sub>5</sub>
	°C	-	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
20.11.2019	8.9	7.78	46.80	10.31	20.61	8.00	130.00	138.00	15.60	3.52	0.11	0.033	0.87	0.68	1.82	0.13	6.19
13.12.2019	4.3	6.91	45.60	10.95	39.62	6.00	338.00	344.00	28.20	6.37	0.11	0.033	1.74	1.35	2.78	0.91	23.74
24.1.2020	3.1	7.33	42.90	12.03	15.00	22.00	356.00	378.00	18.00	4.07	0.14	0.043	1.34	1.04	0.92	0.18	26.55
21.2.2020	4.7	7.31	45.40	11.00	40.12	30.00	345.00	375.00	26.78	6.05	0.18	0.055	2.5	1.94	0.89	0.35	30.68
3.3.2020	7.8	7.54	46.70	8.51	50.64	50.00	360.00	410.00	20.24	4.57	0.22	0.067	4.89	3.80	2.15	0.31	35.84
1.4.2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.5.2020	13.8	6.04	48.30	8.43	55.78	150.00	400.00	550.00	20.00	4.52	0.35	0.107	5.87	4.56	2.01	0.58	100.22
15.5.2020	14.7	6.38	43.20	8.91	52.01	302.00	322.00	624.00	13.40	3.03	0.27	0.082	6.19	4.81	1.04	0.27	117.96
26.6.2020	17.2	6.86	60.20	8.21	56.12	4.00	554.00	558.00	40.40	9.13	0.03	0.009	2.01	1.56	1.70	0.19	26.46
27.7.2020	18.0	7.05	48.00	8.59	60.00	30.00	416.00	446.00	27.90	6.30	0.28	0.085	1.84	1.43	1.58	0.42	18.08
13.8.2020	18.0	7.17	47.80	8.50	120.00	6.00	340.00	346.00	16.70	3.77	0.29	0.088	1.40	1.09	2.58	0.59	17.95
25.9.2020	15.1	7.05	40.40	8.33	46.00	4.00	340.00	344.00	25.00	5.65	0.30	0.091	1.76	1.37	2.20	0.42	22.46
9.10.2020	13.9	7.11	45.50	8.12	68.24	10.00	365.00	375.00	22.00	4.97	0.28	0.085	1.68	1.30	2.15	0.75	20.18

**PŘÍLOHA 4****Příloha 4: Odběrové místo ústí Frýdeckého potoka**

datum	teplota	pH	vodivost	O <sub>2</sub>	CHSK <sub>Cr</sub>	NL <sub>105</sub>	RL <sub>105</sub>	VL <sub>105</sub>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>2-</sup>	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P <sub>celk</sub>	BSK <sub>5</sub>
	°C	-	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
20.11.2019	8.7	7.78	48.50	10.19	18.82	8.00	350.00	358.00	14.00	3.16	0.05	0.015	0.80	0.62	2.12	0.13	5.49
13.12.2019	4.2	7.03	48.20	9.51	45.83	72.00	42.00	114.00	25.40	5.74	0.21	0.064	1.28	0.99	2.34	0.76	7.84
24.1.2020	3.6	7.34	44.50	11.89	15.00	32.00	382.00	414.00	14.00	3.16	0.10	0.030	1.98	1.54	1.92	0.22	25.99
21.2.2020	5.2	7.25	48.30	9.89	35.00	44.00	368.00	412.00	16.00	3.61	0.21	0.064	2.00	1.55	2.02	0.74	30.15
3.3.2020	8.3	7.15	46.80	9.50	40.00	65.00	390.00	455.00	18.00	4.07	0.19	0.058	2.50	1.94	2.62	0.87	28.25
1.4.2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.5.2020	14.1	6.85	45.60	8.25	20.00	128.00	200.00	328.00	15.00	3.39	0.25	0.076	3.05	2.37	0.85	0.42	60.17
15.5.2020	14.8	6.48	46.60	8.99	17.23	258.00	180.00	438.00	12.20	2.76	0.27	0.082	2.87	2.23	0.52	0.22	42.70
26.6.2020	17.7	6.53	37.20	7.51	285.32	22.00	482.00	504.00	5.40	1.22	0.16	0.049	6.18	4.80	1.00	0.49	174.61
27.7.2020	19.3	7.19	49.30	8.99	12.00	32.00	674.00	706.00	24.70	5.58	0.30	0.091	1.02	0.79	1.58	0.52	4.79
13.8.2020	19.2	7.23	45.20	8.67	83.00	22.00	326.00	348.00	4.00	0.90	0.05	0.015	1.09	0.85	0.36	0.21	13.62
25.9.2020	14.7	6.46	42.50	8.24	47.00	116.00	358.00	474.00	24.80	5.60	0.19	0.058	1.14	0.89	3.02	0.98	11.05
9.10.2020	13.5	6.44	43.00	8.12	45.00	85.00	375.00	460.00	25.60	5.78	0.18	0.055	1.25	0.97	3.85	1.39	17.46

## PŘÍLOHA 5

Příloha 5: Odběrové místo Venclůvka

datum	teplota °C	pH -	vodivost mS/m	O <sub>2</sub> mg/l	CHSK <sub>Cr</sub> mg/l	NL <sub>105</sub> mg/l	RL <sub>105</sub> mg/l	VL <sub>105</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>2</sub> <sup>2-</sup> mg/l	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/l	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> mg/l	P <sub>celk</sub> mg/l	BSK <sub>5</sub> mg/l
20.11.2019	8.9	7.78	46.20	10.60	29.46	10.00	336.00	346.00	6.80	1.54	0.04	0.012	0.75	0.58	0.63	0.07	5.20
13.12.2019	4.3	6.95	48.30	11.29	125.71	10.00	454.00	464.00	8.10	1.83	0.05	0.015	2.02	1.57	0.71	0.23	6.56
24.1.2020	3.3	7.41	40.60	12.25	15.00	34.00	320.00	354.00	8.70	1.97	0.04	0.012	1.10	0.85	0.26	0.16	15.38
21.2.2020	5.7	7.25	47.20	9.95	48.00	42.00	325.00	367.00	10.20	2.30	0.20	0.061	1.50	1.16	1.02	0.37	25.18
3.3.2020	8.9	7.00	46.95	9.25	40.00	68.00	365.00	433.00	12.00	2.71	0.21	0.064	2.00	1.55	1.35	0.49	20.25
1.4.2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.5.2020	14.6	6.85	45.50	9.12	20.24	108.00	150.00	258.00	13.00	2.94	0.25	0.076	2.85	2.21	0.92	0.31	40.00
15.5.2020	15.2	6.56	46.40	9.41	18.64	214.00	34.00	248.00	14.00	3.16	0.27	0.082	2.15	1.67	0.57	0.28	27.77
26.6.2020	18.4	6.56	37.30	8.42	56.12	34.00	350.00	384.00	9.10	2.06	0.16	0.049	3.08	2.39	0.20	0.46	28.97
27.7.2020	19.1	6.77	48.90	8.91	345.00	32.00	454.00	486.00	23.50	5.31	0.27	0.082	3.71	2.88	0.94	0.25	53.60
13.8.2020	19.2	7.04	41.20	8.49	26.00	10.00	272.00	282.00	4.70	1.06	0.06	0.018	0.70	0.54	0.31	0.26	1.06
25.9.2020	15.2	6.72	42.80	8.04	209.00	86.00	368.00	454.00	26.80	6.05	0.19	0.058	1.33	1.03	1.35	0.72	18.94
9.10.2020	14.0	6.56	43.00	8.25	30.00	70.00	370.00	440.00	24.70	5.58	0.25	0.076	1.82	1.41	1.40	0.53	25.13